

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**DÉBORA TAMANAHA GARCIA**

**NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO POR MICRO-ORGANISMOS INDICADORES E**  
***Salmonella* spp EM CARÇAÇAS DE FRANGOS DE DIFERENTES TIPOS DE**  
**CRIAÇÃO EM PONTOS DISTINTOS DO ABATE**

**UBERLÂNDIA**

**2019**

DÉBORA TAMANAHA GARCIA

**NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO POR MICRO-ORGANISMOS INDICADORES E  
*Salmonella* spp EM CARCAÇAS DE FRANGOS DE DIFERENTES TIPOS DE  
CRIAÇÃO EM PONTOS DISTINTOS DO ABATE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, da Universidade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Coutinho Cossi.

UBERLÂNDIA  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

G216n      Garcia, Débora Tamanaha, 1981  
2019      Nível de contaminação por micro-organismos indicadores e *Salmonella spp* em carcaças de frangos de diferentes tipos de criação em pontos distintos do abate [recurso eletrônico] / Débora Tamanaha Garcia. - 2019.

Orientador: Marcus Vinícius Coutinho Cossi.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2021.5604>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Veterinária. I. Cossi, Marcus Vinícius Coutinho, 1985, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

---

Glória Aparecida

Bibliotecária – CRB-6/2047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

## ATA DE DEFESA

Programa de Pós-Graduação em:	CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	DISSERTAÇÃO DE Mestrado Acadêmico Nº PPGCV/010/2019				
Data:	11 de Abril de 2019	Hora de início:	08:00	Hora de encerramento:	10:00
Matrícula do Discente:	11712MEV007				
Nome do Discente:	DÉBORA TAMANAHA GARCIA				
Título do Trabalho:	Nível de contaminação por micro-organismos indicadores e Salmonella spp. em carcaças de frangos de diferentes tipos de criação em pontos distintos do abate.				
Área de concentração:	PRODUÇÃO ANIMAL				
Linha de pesquisa:	MANEJO E EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DOS ANIMAIS, SEUS DERIVADOS E SUBPRODUTOS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	CONTROLE DE QUALIDADE, TECNOLOGIA E SEGURANÇA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL				

Reuniu-se na sala 2D54, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: **Belchiolina Beatriz Fonseca** - Universidade Federal de Uberlândia; **Ricardo Seiti Yamatogi** - Universidade Federal de Viçosa; e **Marcus Vinícius Coutinho Cossi** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). **Marcus Vinícius Coutinho Cossi**, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Marcus Vinícius Coutinho Cossi**, Professor(a) do Magistério Superior, em 11/04/2019, às 10:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Belchiolina Beatriz Fonseca**, Professor(a) do Magistério Superior, em 11/04/2019, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Seiti Yamatogi**, Usuário Externo, em 12/04/2019, às 12:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me abençoar com esta vida e saúde, permitindo realizar minhas tarefas e experiências cotidianas. Também por me presentear com uma família maravilhosa e amigos tão companheiros, esteja eles próximos ou distantes.

Aos meus pais Hatsue e Antonio (em memória) por toda dedicação e ensinamentos para que eu busque ser sempre uma pessoa melhor para outras pessoas e para mim. Agradeço por todo o sacrifício e amor ao longo da minha vida. Amo vocês.

Às minhas irmãs, Silvia, Renata e Ana Paula porque são minhas melhores amigas, companheiras para todas as horas e também acompanharam à distância toda a minha rotina de idas e vindas para Uberlândia, sempre me escutando e dando incentivos em todos os momentos.

Aos meus sobrinhos Gabriel, Matheus, Lucas e Rafaella pela alegria e energia que sempre me dão quando posso encontrá-los ao longo do ano.

Ao meu orientador, Marcus Vinícius, por ter aceitado me orientar durante o período do mestrado mesmo sabendo que eu teria uma limitação de tempo para ir à Uberlândia realizar os compromissos da pós-graduação. Agradeço por toda a ajuda, apoio e paciência que foi dado do início ao final do experimento e da escrita da dissertação.

Aos meus amigos e parceiros de trabalho de longos anos que se tornaram minha família em Goiás, em especial à Cristiane, Karen, Diana, Marcela, Alice, Fabiana, Carlos, Alexandre, Samuel, Alex, Ozana, Elitane, Ana Carolina, Helinho e Cida.

À Agrodefesa por ceder parte da minha carga horária de trabalho para a realização do curso de mestrado.

Aos amigos maravilhosos que conheci na UFU e que são verdadeiros anjos na minha vida, sendo sempre gentis e companheiros e que me ajudaram muito todas as vezes que precisei durante esse período, em especial à Priscila e ao Alexandre do Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (FAMEV/UFU).

Aos alunos de graduação que me auxiliaram nesse projeto: Yago, Sthefany, Amanda, Nayla, Leticia e Tati. Muito obrigada por tudo.

Às pessoas muito especiais que conheci nas aulas e nos laboratórios da UFU, principalmente à Ana Beatriz, Phelipe, Guilherme, Taís, Lara e Lívia.

Ao professor Ricardo Yamatogi por ter permitido a realização de parte do experimento nos laboratórios da UFV (Viçosa/MG) e por toda ajuda e conhecimento compartilhados nos laboratórios durante o período de análises.

Aos responsáveis pelo abatedouro onde foram realizadas as coletas do experimento por permitirem meu acesso à produção e pela gentileza ao longo das visitas.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Aos membros desta banca de defesa por terem aceitado e se disponibilizado para análise deste trabalho.

## RESUMO

A indústria de frango está entre uma das maiores produções de carne do mundo assim como tem apresentado um nicho de mercado que busca consumir produtos oriundos de sistemas menos intensivos como o caipira e orgânico. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação de sistemas de criação distintos em relação à quantificação de microrganismos indicadores de higiene e presença de *Salmonella* spp em carcaças de frango; além do perfil de resistência antimicrobiana. O primeiro capítulo deste trabalho se dedicou a apresentar considerações gerais sobre as diferentes formas de criação empregadas na avicultura e as relações existentes entre a carne de frango e a ocorrência de doenças de origem alimentar. No segundo capítulo o objetivo foi comparar as contagens de microrganismos indicadores de higiene, ocorrência e perfil de resistência à antimicrobianos de *Salmonella* spp isolados em carcaças de frangos oriundos de diferentes sistemas de criação e abatidos em um mesmo abatedouro-frigorífico localizado em Uberlândia-MG. Foram coletadas 92 amostras de carcaças sendo 30 FI (frango industrial), 32 FSC (frango semi-caipira) e 30 FC (frango caipira). Foram realizadas contagens para aeróbios mesófilos (AM) (log UFC/ml), Coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) (NMP/ml). No isolamento de *Salmonella* spp utilizou-se a metodologia prevista pela ISO 6579, sendo os isolados suspeitos confirmados por PCR (gene *ompC*). Os isolados positivos foram testados para resistência aos seguintes antimicrobianos: ampicilina (AMP), ciprofloxacina (CIP), azitromicina (AZI), cefalotina (CFL), tobramicina (TOB), cefalexina (CFE), cefotaxima (CTX), neomicina (NEO), meropenem (MER) e ceftriaxona (CRO). Observou-se que na etapa A o frango caipira foi menos contaminado que os animais oriundos dos outros sistemas de criação, porém, esta diferença não foi observada na etapa B. Observou-se também que os frangos originados do sistema caipira apresentavam nível de contaminação na etapa B maior que os outros sistemas de criação avaliados para CTT. A pesquisa por *Salmonella* spp identificou 2,17% de positividade na etapa A do abate e 7,61% na etapa B. Os isolados de *Salmonella* spp apresentaram maior resistência às drogas ciprofloxacina (CIP), azitromicina (AZI), cefalotina (CFL) e tobramicina (TOB) em que quatro ou mais isolados foram resistentes. Com os resultados obtidos foi possível verificar que os animais originados do sistema de criação caipira chegam ao estabelecimento de abate com uma contaminação total menor que os outros sistemas de produção e que ao final do abate, estas carcaças apresentam maior nível de contaminação por CTT. Não foi observada diferença entre o sistema de criação e a presença de *Salmonella* spp, porém, a alta ocorrência do patógeno na etapa B e a identificação de resistência à antimicrobianos enfatizam a necessidade de mais ações que diminuam os riscos aos consumidores destes produtos.

**Palavras – chave:** frangos de corte. qualidade microbiológica. microrganismos indicadores.

## ABSTRACT

The chicken industry is among one of the largest meat producers in the world as well as presenting a niche market that seeks to consume products from less intensive systems such as hick and organic. Thus, the objective of this work was to evaluate the relationship between different rearing systems in relation to the quantification of microorganisms that indicate hygiene and the presence of *Salmonella* spp in chicken carcasses; in addition to the antimicrobial resistance profile. The first chapter of this work was dedicated to presenting general considerations about the different forms of farming used in poultry and the relationship between chicken meat and the occurrence of foodborne diseases. In the second chapter, the objective was to compare the counts of microorganisms that indicate hygiene, occurrence and resistance profile to *Salmonella* spp antimicrobials isolated in chicken carcasses from different rearing systems and slaughtered in the same slaughterhouse located in Uberlândia-MG. 92 carcass samples were collected, being 30 FI (industrial chicken), 32 FSC (semi-free-range chicken) and 30 FC (free-range chicken). Counts were performed for aerobic mesophiles (AM) (log UFC / ml), total coliforms (CT) and thermotolerants (CTT) (NMP / ml). In the isolation of *Salmonella* spp, the methodology provided for by ISO 6579 and the suspect isolates were confirmed by PCR (ompC gene). Positive isolates were tested for resistance to the following antimicrobials: ampicillin (AMP), ciprofloxacin (CIP), azithromycin (AZI), cephalotin (CFL), tobramycin (TOB), cephalexin (CFE), cefotaxime (CTX), neomycin (NEO) , meropenem (MER) and ceftriaxone (CRO). It was noticed that in step A the free-range chicken was less contaminated than the animals from the other rearing systems, however, this difference was not verified in step B. It was also observed that the chickens originating from the free-range system had a level of contamination in the stage B higher than the other breeding systems evaluated for CTT. The search for *Salmonella* spp identified 2.17% positivity in slaughter stage A and 7.61% in stage B. Isolates of *Salmonella* spp showed greater resistance to the drugs ciprofloxacin (CIP), azithromycin (AZI), cephalothin (CFL) and Tobramycin (TOB) in which four or more isolates were resistant. With the results obtained it was possible to verify that the animals originated from the free-range farming system arrive at the slaughter establishment with less total contamination than the other production systems and that at the end of the slaughter, these carcasses present a higher level of contamination by CTT. No difference was observed between the breeding system and the presence of *Salmonella* spp, however, the high occurrence of the pathogen in step B and the identification of resistance to antimicrobials emphasize the need for more actions that reduce the risks to consumers of these products.

**Key words:** broiler chickens. microbiological quality. microorganisms.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Contagens médias de aeróbios mesófilos (log<sub>10</sub> UFC/ml) em carcaças de frango de diferentes sistemas de criação em duas etapas do processamento em um abatedouro frigorífico de Uberlândia-MG. .... 42
- Tabela 2.** Valor de referência para contagens de aeróbios mesófilos (log<sub>10</sub> UFC/ml) em duas etapas do processamento de um estabelecimento de abate de frangos localizado em Uberlândia-MG. .... 43
- Tabela 3.** Nível de contaminação por Coliformes Totais (CT) em carcaças de frangos advindas de diferentes sistemas de criação e processadas em um abatedouro-frigorífico de Uberlândia-MG ..... 44
- Tabela 4.** Nível de contaminação por coliformes termotolerantes em carcaças de frangos advindas de diferentes sistemas de criação e processadas em um abatedouro-frigorífico de Uberlândia-MG ..... 45
- Tabela 5.** Presença de *Salmonella* spp em carcaças de frangos oriundos de diferentes sistemas de produção e abatidos em um mesmo estabelecimento localizado em Uberlândia-MG ..... 47
- Tabela 6.** Padrão de resistência de *Salmonella* spp isoladas de carcaças de frango oriundas de três sistemas de criação (industrial, semi caipira e caipira) em duas etapas do abate (A: após a sangria; B: após a saída do chiller)..... 48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Frequência de carcaças com contaminação superior aos valores de referência (média +desvio padrão) para contagens de aeróbios mesófilos em duas etapas do abate de frango em um estabelecimento de Uberlândia-MG .....	43
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal
- AM: aeróbios mesófilos
- BPF: Boas Práticas de Fabricação
- CDC: Centers for Disease Control and Prevention
- CLSI: Clinical Laboratory Standards Institute
- CT: coliformes totais
- CTT: coliformes termotolerantes
- FC: frango caipira
- FSC: frango semi caipira
- FI: frango industrial
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- NMP: Número Mais Provável
- OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development
- PAC: Programa de Auto Controle
- P&D: Pesquisa e Desenvolvimento
- RV: Rapapport Vasiliadis
- SC: Selenito Cistina
- S.I.M: Serviço de Inspeção Municipal
- USDA: United States Department of Agriculture (USDA)

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo Geral .....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Tipos de criação de frangos de corte no Brasil e suas principais características ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
3.2 Microorganismos indicadores de higiene e sua importância no processamento de carne de frango .....	177
3.3 <i>Salmonella</i> spp e sua importância para a saúde pública. ....	19
3.4 <i>Salmonella</i> spp e resistência aos antimicrobianos.....	201
3.4.1 Resistência aos betalactâmicos.....	22
3.4.2 Resistência às quinolonas.....	23
3.4.3 Resistência aos aminoglicosídeos.....	24
REFERÊNCIAS .....	265
CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO DO TIPO CAIPIRA, INDUSTRIAL E SEMI CAIPIRA NA CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE CARÇAÇAS DE FRANGO EM UM ABATEDOURO-FRIGORÍFICO DE UBERLÂNDIA-MG.....	343
RESUMO .....	354
ABSTRACT .....	365
1 INTRODUÇÃO .....	376
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	387
2.1 Caracterização do local e etapas de coleta de amostras.....	387
2.2 Contagens de aeróbios mesófilos (AM), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT).....	398
2.3 Isolamento convencional de <i>Salmonella</i> spp e confirmação por PCR .....	409
2.4. Teste de susceptibilidade antimicrobiana .....	40
2.5 Análise dos dados .....	40
3 RESULTADOS .....	42
4 DISCUSSÃO .....	498
5 CONCLUSÃO .....	532
REFERÊNCIAS .....	543

## **CAPÍTULO 1**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é reconhecida internacionalmente e o alto padrão da produção nacional se deve à sua extensão de terras férteis e produção de grãos, clima altamente favorável para este objetivo e principalmente as pesquisas aplicadas ao setor. A tecnologia em genética, manejo e ambiência possibilitou ao país se destacar como o terceiro maior produtor mundial de carne de frangos de corte, com produção acima de 12 milhões de toneladas ao ano. Atualmente o país exporta quase um terço do total produzido para mais de 150 mercados dentro dos cinco continentes. Os principais destinos das exportações brasileiras de carne de frango foram China, Japão e África do Sul (IBGE, 2018; ABPA, 2019). A previsão para 2019 é um aumento de 2,3% na produção da carne de frango representando quase 13,9 milhões de toneladas (USDA, 2018). A carne de frango brasileira possui elevada concorrência no mercado mundial e segue normas de qualidade, sanidade e sustentabilidade determinados pelos protocolos sanitários nas indústrias e granjas do país (ABPA, 2019).

A criação de frangos de corte é realizado de forma intensiva e semi intensiva. Na produção de frango caipira as aves são originadas de linhagens de crescimento lento, destinadas à produção de carne e com idade mínima de abate de 70 dias. O sistema de produção é caracterizado pelo acesso à áreas livres para pastejo (ABNT, 2016; TAKAHASHI et al, 2006). Na criação de frango industrial o sistema de criação é intensivo e o melhoramento genético permitiu um desempenho zootécnico com redução da idade de abate, maior peso de carcaça e rápido desenvolvimento do tecido muscular (BRESSAN, 1998).

No Brasil o abate de aves é estabelecido conforme Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal e no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves de forma a determinar as normas do pré-abate e abate (BRASIL, 2017; AVILA et al., 2007; BRASIL, 1998). Para frango caipira existe a regulamentação específica para identificação, produção, abate e processamento (ABNT, 2016).

A carne de frango possui destaque no mercado consumidor, porém nos últimos anos as doenças de origem alimentar assumiram um papel importante em relação aos agravos à saúde humana. A produção em larga escala desse produto envolve etapas de processamento e manuseio que podem acarretar a contaminação do produto por microrganismos naturalmente presentes nos animais ou podem ser adquiridos ao longo

da cadeia de produção (VAIDYA et al., 2005). Por esta razão, nos estabelecimentos de abate a pesquisa por microrganismos indicadores de higiene são utilizados para avaliar a qualidade microbiológica e a inocuidade do produto. A presença dos grupos aeróbios mesófilos e coliformes indicam, por exemplo, condições sanitárias inadequadas de manipulação, processamento, produção ou armazenamento (RODRIGUES et al., 2008; SONG et al., 2018).

Os frangos também podem entrar no processamento de abate contaminados por microrganismos patogênicos, como *Salmonella* spp que tendem a se disseminarem pela planta abatedora durante o processamento (GOKSOY et al., 2004). A salmonelose humana está relacionada, principalmente, com carne de aves e ovos transmitidas pelo consumo de alimentos contaminados (MUSTAFA et al., 2018; DJEFFAL et al., 2018).

O controle e prevenção de doenças de origem alimentar inclui também um problema crescente para a saúde humana que está relacionado à resistência antimicrobiana (SILVA et al., 2018). A *Salmonella* isolada de aves e carne crua tem apresentado cada vez mais resistência à diferentes classes de antimicrobianos (SHANG et al., 2018). Assim, o monitoramento microbiológico da carne de frango desde o processo de criação, etapas de abate e no varejo é essencial para a garantia de obtenção de um produto com baixo risco ao consumidor (SHANG et al., 2018).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

A pesquisa teve como objetivo geral avaliar o nível de contaminação por microrganismos indicadores de higiene em carcaças de frango de diferentes tipos de criação em duas etapas do abate de frangos de corte em abatedouro de pequeno porte registrado no Serviço de Inspeção Municipal (S.I.M).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar a contaminação das amostras coletadas para microrganismos indicadores: aeróbios mesófilos, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

- Avaliar a presença de *Salmonella* spp nas amostras coletadas nas diferentes etapas de abate.

- Analisar a resistência antimicrobiana em isolados de *Salmonella* spp para dez tipos de antibióticos.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Tipos de criação de frangos de corte no Brasil e suas principais características**

A avicultura brasileira teve seu início no Brasil como sistema de produção para subsistência, formado basicamente por produtores familiares que comercializavam apenas o seu excedente. Já na década de 30 o setor começou a se estruturar de forma mais evidente com iniciativas privadas tendo como principal destaque o sudeste do país com a chegada dos imigrantes japoneses. Porém, efetivamente e de forma mais pronunciada a evolução apareceu na década de 70 quando empresas especializadas no processo de produção de frango entraram no mercado e contribuíram para o crescimento que se constata até os dias atuais (ZEN et al., 2014).

O primeiro registro de produção de frango, no Brasil, data de 1860 em Minas Gerais onde os animais eram criados soltos e demoravam cerca de seis meses para serem abatidos com peso médio de 2,5Kg. Este tipo de criação era conhecido como caipira e na época não havia nenhum tipo de normatização que a caracterizasse (QUEVEDO, 2016). A evolução tecnológica que ocorreu no Brasil fez com que o sistema de criação extensivo mudasse gradativamente para intensivo, chegando à produção do frango industrial que temos hoje (ZEN et al., 2014).

Na produção de frango industrial se utiliza maior densidade populacional de aves nos galpões, considerando produção em larga escala, o que aumenta a intensidade de infecções nos animais (AZEVEDO et al.; 2016). Para a produção de frangos com maior peso são indicadas as linhagens comerciais por atingirem peso para abate mais cedo em relação às linhagens de crescimento lento (frango caipira) apresentando maior retorno econômico (SANTOS et al., 2005).

Em relação à produção de frango caipira que historicamente se restringia aos pequenos municípios e regiões interioranas tem-se mostrado um mercado promissor nos últimos anos para um grupo de consumidores que buscam características diferenciadas em relação ao frango de corte convencional (SANTOS et al., 2005). O frango do tipo caipira é uma linhagem de crescimento lento, sendo que existem Carijó, Mesclado, Pescoço Pelado, Pesadão, Paraíso Pedrês, Isa Label, dentre outras. (SANTOS et al., 2005).

No Brasil a regulamentação do registro do produto frango caipira ou frango colonial é determinado pelo Ofício Circular nº 07 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que determina o padrão de alimentação, manejo, idade de abate e linhagem para este grupo de aves (BRASIL, 1999). Porém, em 2012, houve a publicação do Ofício Circular DIPOA nº 02/2012 da Divisão de Operações Industriais (DOI) reduzindo a idade mínima de abate para 70 dias (BRASIL, 2012). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também apresenta a ABNT NBR 16389: 2015 relacionado a produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira (ABNT, 2016). Como alternativa a estes sistemas de produção apresentados, produtores têm feito mesclas de características em busca de vantagens competitivas e neste caso o produto recebe o nome de semi caipira ou semi industrial. Os animais de linhagens semi caipira são criados em sistemas intensivos com o intuito de diminuir o tempo de criação, porém, estes sistemas não são reconhecidos legalmente e, portanto, não podem ser considerados orgânicos ou caipira conforme estabelecido pela legislação (BRASIL, 2014; BRASIL, 1999).

### **3.2 Microrganismos indicadores de higiene e sua importância no processamento de carne de frango.**

Considerando o amplo consumo da carne de frango e sua importância para a saúde pública torna-se relevante a identificação das condições sanitárias do processamento na indústria visto que condições inadequadas podem propiciar o crescimento de microrganismos (LIMA et al.,2017).

As indústrias têm empregado técnicas e ferramentas diversas de monitoramento com a intenção de identificar falhas no processamento e consequentemente mitigar riscos de contaminação do produto (WANG et al., 2016; FELTES, ARISSETO-BRAGOTTO, BLOCK, 2017; SACCOL et al., 2012). Dentre as formas mais utilizadas de monitoramento e que possuem eficácia comprovada ao longo dos anos é a contagem de microrganismos indicadores de higiene. Quando presentes e de acordo com a sua concentração, estes microrganismos podem fornecer informações sobre a provável contaminação do alimento e sua potencial deterioração, sendo um indicador confiável da qualidade higiênico sanitária da matéria-prima, manipulação, produção e ou armazenamento (FRANCO; LANDGRAF, 2004; MENEZES et al.; 2018; GOMES et al.; 2016).

Existem os microrganismos aeróbios mesófilos, família das enterobacteriaceae, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* (BOLDRIN, 2012). Por não se enquadrarem totalmente em todos atributos esperados, a presença de cada um destes microrganismos tem um significado específico e deve ser avaliada e interpretados com base em uma avaliação técnica científica para que não se subestime ou superestime a qualidade microbiológica de um produto de origem animal (CAMARGO et al., 2019).

Como parte integrante da família citada anteriormente existe o grupo dos coliformes e estes podem ser diferenciados em coliformes totais e termotolerantes. A característica que diferencia esses grupos é a temperatura de crescimento, sendo que para o primeiro a temperatura é 35-37°C e para o segundo a temperatura ideal é próxima de 41,5°C tornando este um indicador mais apropriado da presença de bactérias de origem fecal (DOYLE; BUCHANAN, 2012).

O grupo dos coliformes totais é utilizado para avaliar as condições higiênico-sanitárias, sendo a *E.coli* associada às carcaças de aves (ZAGONEL et al.;2017). As contaminações tem aumentado nos frangos de corte indicando a importância desse patógeno na indústria (SARANRAJ et al., 2016).

Os aeróbios mesófilos (AM) são utilizados como indicadores da qualidade higiênica do processo de produção e dos produtos acabados. Como principais características este grupo é capaz de se multiplicar em uma faixa de temperatura entre 20-45°C, apresentando temperatura ótima de crescimento de 32°C (FRANCO & LANDGRAF, 2008). Além disso é formado por bactérias aeróbicas estritas ou não que quando em alta concentração em um alimento pode indicar falha durante o processo, não sendo possível, no entanto, predizer que tipo de contaminação e qual o grupo predominante de microrganismos está presente no alimento (SERRAINO et al., 2012). De acordo com Gill (2004), níveis de contaminação por aeróbios mesófilos inferior a  $10^5$  UFC/cm<sup>2</sup> indicam boas condições de higiene durante o abate, porém, níveis superiores a  $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup> indicam início de processo de deterioração, com produção de odores típicos.

Por serem encontradas no intestino, as bactérias pertencentes à família das *Enterobacteriaceae* formam um grupo de microrganismos comumente utilizados na determinação de contaminações causadas por fezes, contudo também podem ser encontradas em regiões extra intestinais e por esta razão, apesar de haver um indicativo de origem não é possível afirmar com certeza que o alimento teve contato com fezes. Pertencem a este grupo bactérias Gram negativas, bacilos e podem estar amplamente

distribuídos no solo, água, plantas e intestinos de animais e do homem (DOYLE; BUCHANAN, 2012).

Apesar da utilização dos microrganismos indicadores de higiene sugerirem a presença de perigos microbiológicos, a pesquisa direta por patógenos é ainda fundamental para a garantia da inocuidade dos produtos cárneos. Por esta razão, a pesquisa por microrganismos patogênicos na linha de abate de frango ainda é razão de estudos de muitos grupos de pesquisas ao redor do mundo que buscam alternativas e melhorias para o setor. (QUESADA et al., 2016; BRASIL, 2001).

### **3.3 *Salmonella* spp e sua importância para a saúde pública**

Um dos microrganismos que mais causam surtos pela ingestão de alimentos contaminados são as bactérias do gênero *Salmonella* spp., que tem nos humanos e nos animais seu reservatório natural (SHINOHARA et al., 2008; ALTEKRUSE et al., 2006; TURKI et al., 2012). Considerando especificamente o habitat preferencial do patógeno observa-se a existência de três categorias com base no hospedeiro: muito adaptadas ao homem, incluindo *S. enterica* sorotipo Typhi e *S. enterica* sorotipo Paratyphi A, B e C, que causam febre entérica; muito adaptadas aos animais, que são *S. Dublin* em bovinos, *S. Choleraesuis* e *S. Typhisuis* em suínos, *S. Abortusequi* em equinos, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* em aves; e a categoria que mais possui espécies, que acometem tanto humanos quanto animais, as chamadas salmonelas zoonóticas, que causam enterocolite (MS, 2011).

Dentre os animais mais incriminadas como fonte do patógeno causador de salmonelose estão as aves, bovinos e suínos e isto ocorre por existirem animais portadores que carregam estes microrganismos até o interior das industriais produtoras de produtos de origem animal, onde por falhas no processo, o produto final é contaminado (SARJIT et al., 2019; JAJA et al., 2019; SHARMA et al., 2019). Além disso, as inúmeras etapas do abate e comercialização que permitem a contaminação cruzada, o alto consumo destas carnes e a comercialização mundial dos produtos justificam a grande importância da *Salmonella* spp para a saúde pública (SHINOHARA et al., 2008).

Dados disponibilizados pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) mostram que *Salmonella* é responsável por 1,2 milhões de pessoas doentes, 23.000 hospitalizações e 450 mortes anualmente nos Estados Unidos (BAPTISTA et al., 2018; ZHU et al.; 2017; MANOJ et al.;2015; CDC, 2019). Mesmo com números

impressionantes há a possibilidade destes valores serem subestimados, uma vez que quadros de infecção intestinal em sua maioria não exigem tratamento médico e portanto, não entram nas estatísticas oficiais de registro dos agravos associados à ingestão de alimentos (HOELZER et al., 2018; BRASIL, 2016). No Brasil, entre 2009 e 2018 foram notificados 2.431 surtos sendo 11,3% destes causados por *Salmonella* spp, o segundo microrganismos em importância segundo dados do Ministério da Saúde. (MS, 2019).

Sendo assim, salmonelose é uma zoonose de alta prevalência no mundo, com altas taxas de morbidade, de difícil controle e com alto custo de tratamento sendo, portanto, um problema para todos os países e que demanda soluções práticas e eficazes. Além disso, para o Brasil há ainda a preocupação com as relações internacionais de comércio de carne, responsável por boa parte do bom desempenho do país na balança comercial (SHINOHARA et al., 2008).

A transmissão do patógeno não ocorre apenas através do consumo de produtos de origem animal, mas também através de frutas, hortaliças e outros alimentos que indiretamente podem se contaminar através da água ou outra forma de contaminação cruzada (MS, 2019). No caso dos produtos de origem animal a contaminação pode ocorrer ainda nas primeiras semanas de vida, como nas aves, e posteriormente ocorrer a transferência do patógeno entre diversas partes da carcaça durante o abate e processamento do produto (ANDRADE et al., 2007)

Neste sentido, têm-se observado nos últimos anos inúmeras cepas de *Salmonella* spp isoladas em produtos de origem animal resistentes à diversos agentes antimicrobiano e isto acendeu um alerta mundial sobre o risco que o uso indiscriminado de antimicrobianos tem representado para a saúde da população mundial (WHO, 2018). Segundo diversos autores o uso incorreto dos medicamentos na produção animal tem gerado uma pressão seletiva nos microrganismos, selecionando muitas vezes aqueles resistentes às drogas de escolha no tratamento de agravos à saúde dos humanos (CARRAMIÑANA et al., 2004; HUR et al., 2012; VAN et al., 2012). Assim, o efeito é cada vez mais direto e nocivo para a saúde pública, pois, tratamentos que eram considerados simples e eficazes perdem cada vez mais sua ação (ZHU et al., 2019).

Na avicultura, a intensificação da produção foi acompanhada do uso histórico de agentes antimicrobianos como promotores de crescimento para os animais, porém esta prática tem sido apontada como uma forma de pressão seletiva e aparecimento de microrganismos resistentes na cadeia avícola (RIBEIRO et al., 2008).

### 3.4 *Salmonella* spp e resistência aos antimicrobianos

A crescente resistência antimicrobiana dentro da produção de alimentos tem gerado uma preocupação para a saúde pública e tem sido atribuído ao uso elevado de antibióticos na terapêutica humana e animal (SILVA et al., 2018).

Os antimicrobianos atuam na inibição do crescimento ou morte de bactérias, podendo agir em nível de parede celular bacteriana, membrana citoplasmática, síntese de proteína e ácidos nucleicos. Esses medicamentos são utilizados rotineiramente na produção animal para tratamento, controle e profilaxia de doenças infecciosas. Além disso também são utilizados como promotores de crescimento e para melhorar o desempenho zootécnico dos animais (MELO, 2014; ANVISA 2012).

As variações na resistência das cepas isoladas podem estar associadas com o país, tipo de criação, procedência do lote, sorotipo de *Salmonella* spp e antimicrobiano avaliado (VAN BOECKEL et al., 2015).

A resistência aos antimicrobianos pode ocorrer pela capacidade do microrganismo resistir a concentrações de antimicrobianos às quais ele geralmente é sensível e também porque o genoma bacteriano é dinâmico, ocorrendo mutações espontâneas desenvolvendo resistência a algum agente antimicrobiano com o intuito de sobrevivência e transmissão dos genes para as gerações seguintes, aumentando sua capacidade de adaptação (ANSILIERO et al.; 2019). A multirresistência é um problema de saúde pública considerando que limitam as opções terapêuticas para tratamento de salmonelose humana (ZISHIRI et al.; 2016). A presença de bactérias multirresistentes ocorre devido a presença de genes de resistência para diversos antimicrobianos, em apenas um plasmídeo ou em amostras com resistência múltipla diante da presença de dois ou mais plasmídeos diferentes em uma mesma bactéria (RIBEIRO et al.; 2011).

A *Salmonella* é um importante patógeno alimentar e que está relacionado, nos últimos anos, com o aumento da resistência microbiana nos alimentos de origem animal (SILVA et al., 2018; QUESADA et al., 2016). Estudos realizados com *Salmonella* spp. apontam o crescimento exponencial de cepas com perfis multirresistentes, incluindo cefalosporinas de terceira geração (COSTA et al.; 2013).

Nos Estados Unidos foi estabelecido o Sistema Nacional de Monitoramento de Resistência Antimicrobiana (NARMS) para monitorar a resistência em *Salmonella*, *Campylobacter* e outras bactérias transmitidas por alimentos (McDERMOTT et al., 2016). No Brasil existe a Instrução Normativa nº 20/2016 que estabelece o controle e

monitoramento de *Salmonella* spp nos estabelecimento avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frango (BRASIL, 2016). De acordo com o relatório do Programa Nacional de Monitoramento da Prevalência e da Resistência Bacteriana em frango (PREBAF) elaborado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) os maiores percentuais de resistência para cepas de *Salmonella* de carcaças de frango no Brasil foram para estreptomicina (89,3%), sulfonamidas (72,4%), florfenicol (59,2%), ampicilina (44,8%), ácido nalidíxico (44%), ceftiofur (22,8%), aztreonam (20,4%), emrofloxacina (18,4%), cefoxitina (17,3%), cefalotina (12,4%) e tetraciclina (11,2%) (BRASIL, 2012).

Os antimicrobianos do grupo dos betalactâmicos (fluoroquinolonas e cefalosporinas de terceira geração) possuem importância em relação ao uso na medicina humana e veterinária (BAPTISTA et al., 2018). O uso periódico de cefalosporinas de terceira geração tem causado resistência a outras cefalosporinas de amplo espectro, como a ceftriaxona (GIURIATTI et al; 2017). A resistência às cefalosporinas pode ser mediada por plasmídeos contendo o gene *AmpC* e CMY-2, presente em grandes plasmídeos de diferentes tipos genéticos (VAN DEN BUNT et al.; 2017).

Villalpando-Guzmán et al (2017) verificaram que das linhagens isoladas de carne de frango moído, 95% foram resistentes a ampicilina e 82% ao cloranfenicol.

#### 3.4.1 Resistência aos beta-lactâmicos

Os beta-lactâmicos são antimicrobianos caracterizados pela presença de um anel beta-lactâmico e é utilizado amplamente na medicina humana e veterinária adquirindo mecanismos de resistência que consistem na produção de enzimas beta-lactamases capazes de inativar o anel beta-lactâmico (SILVA e LINCOPAN, 2012). O grupo é composto por carbapenemos, penicilinas, cefalosporinas e monobactâmicos. Algumas bactérias conseguiram ampliar o sítio ativo dessas enzimas beta-lactamases permitindo inibir a ação de antibióticos beta-lactâmicos de amplo espectro como as cefalosporinas de terceira geração (cefotaxima, ceftriaxona) (BOTELHO et al.; 2015). As fluoroquinolonas e cefalosporinas de terceira geração que pertencem ao grupo dos betalactâmicos são considerados importantes por serem utilizadas no tratamento de salmonelose humana (WHO, 2016). Ampicilina e amoxicilina são penicilinas que possuem amplo espectro e atuam sobre os Gram- negativos (TRABULSI; MIMICA, MIMICA, 2008). O aumento da resistência às cefalosporinas está associado a

disseminação de beta-lactamase *AmpC* (AARESTRUP, 2004). O uso periódico de cefalosporinas de terceira geração tem causado resistência a outras cefalosporinas de amplo espectro, como a ceftriaxona (GIURIATTI et al; 2017). A resistência às cefalosporinas pode ser mediada por plasmídeos contendo o gene *AmpC* e CMY-2, presente em grandes plasmídeos de diferentes tipos genéticos (VAN DEN BUNT et al.; 2017).

Baptista et al (2018) testou a prevalência e susceptibilidade antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp isolados de carcaças de frango no Estado do Rio de Janeiro frente a oito antimicrobianos constatando que 87,87% dos isolados foram sensíveis à todos os antimicrobianos testados e 12,12% dos isolados foram resistentes a pelo menos três ou mais antimicrobianos betalactâmicos. Fitch et al (2015) observaram maior resistência aos betalactâmicos (21,4%) em relação aos 1.939 isolados testados de *Salmonella* spp.

#### 3.4.2 Resistência às quinolonas

A ação antimicrobiana das quinolonas baseia-se na ligação às enzimas DNA girase e topoisomerase IV, promovendo a inibição do DNA e o crescimento bacteriano (POIREL et al.; 2012). A DNA girase é responsável por promover o enrolamento e desenrolamento da molécula de DNA, ocupando pouco espaço dentro da célula sendo importante para a sobrevivência bacteriana. Ao inibir essa enzima, a molécula passa a ocupar maior espaço dentro da bacteriana ocasionando síntese descontrolada de RNA mensageiro e proteínas, causando a morte bacteriana (BRASIL, 2007).

Em estudo de Ansiliero et al (2019) verificou-se que a ciprofloxacina apresentou ação sobre *Salmonella* spp oriunda de ambiente de produção avícola, constituindo uma boa alternativa na redução de contaminação dos animais pelo patógeno, além de outras medidas profiláticas que podem ser usadas. Pandini et al (2015), avaliou o perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp isolados de aviários no Paraná e demonstraram que dentre os antimicrobianos testados a ciprofloxacina apresentou eficiência para todas as amostras e não apresentou resistência. Mion et al (2016) avaliaram o efeito de antimicrobianos em cepas isoladas de *Salmonella* spp em abatedouros de frangos de corte e neste estudo apenas a ciprofloxacina foi mais de 90% eficaz contra *Salmonella* spp isolada entre os anos de 2012 e 2014. A ciprofloxacina é

considerada pela Organização Mundial de Saúde um antimicrobiano extremamente importante para a medicina humana (WHO, 2011).

### 3.4.3 Resistência aos aminoglicosídeos

Aminoglicosídeos foram amplamente utilizados em medicina veterinária e cujo mecanismo de ação consiste na alteração da função dos ribossomos bacterianos inibindo a síntese protéica. Dentro desse grupo estão gentamicina, neomicina, estreptomicina, tobramicina e amicacina (BRASIL, 2007). Mattiello et al (2015) realizaram a caracterização da resistência antimicrobiana em cepas de *Salmonella* entérica isoladas da produção avícola brasileira e verificaram em estudo que 24,6% dos isolados eram resistentes aos aminoglicosídeos.

Considerando a importância socioeconômica da cadeia produtiva de frangos de corte e do risco de disseminação de salmonelas por produtos de origem animal, entende-se a necessidade de monitoramento do perfil de susceptibilidade aos antimicrobianos utilizados tanto na medicina humana quanto veterinária.

## REFERÊNCIA

- AARESTRUP, F. M. Monitoring of antimicrobial resistance among food animals: principles and limitations. **Journal of veterinary medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health**, v. 51, n. 8-9, p. 380-388, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16389. **Avicultura – produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira. 2016.** Disponível em: < <http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/2f03721c5afcbc2aee77b4b3c6b0ece2.pdf>>. Acesso em 02 out 2018.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Resumo do setor de aves.** Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>>. Acesso em 01 abr.2019.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Oportunidades frente a condição sanitária brasileira na avicultura.** ENDESA – Belém/PA 2017. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/arquivos-endesa/07.12/bloco-saude-das-aves/3-oportunidades-frente-a-condicao-sanitaria-brasileira-na-avicultura-rui-vargas.pdf/@download/file/3%20Oportunidades%20frente%20a%20condi%C3%A7%C3%A3o%20sanit%C3%A1ria%20brasileira%20na%20avicultura%20-%20Rui%20Vargas.pdf>>. Acesso em 25 jul 2018.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2018.** 176p. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-aneais/2018>>. Acesso em 25 jul. 2018.
- ALTERTHUM, F. Mecanismo de ação dos antibacterianos e mecanismos de resistência. **Microbiologia.** 5ed. São Paulo: Atheneu, 2008. P.79-85.
- ANSILIERO, R.; GELINSKI, SCHEFFMACHER, M.G.C. Identificação e avaliação da susceptibilidade a antimicrobianos de sorotipos de *Salmonella* spp de uma cadeia produtiva de frangos de corte do Sul do Brasil. **Evidência**, v.19, n.1, p.57-72, jan./jul, 2019.
- AVILA, V.S.; KUNZ, A.; BELLAYER, C.; PAIVA, D.P.; JANISCH, F.R.F.; MAZZUCO, H.; TREVISOL, I.M.; PALHARES, J.C.P.; ABREU, P.G.; ROSA, P.S. Boas Práticas de Produção de Frangos de Corte. **Circular Técnica.** 2007. Disponível em: < [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_s8t285e.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s8t285e.pdf)>. Acesso em 11 nov 2018.
- AZEVEDO, G.S.; SOUZA, J.P.L.; CARDOSO, J.A.; ARAUJO, P.H.H.; SANTOS NETA, E.R.; NOVAS, M.P.V. Produção de aves em sistema orgânico. **Pubvet.** v.10,n.4, p. 327-333, Abr., 2016.
- BAPTISTA, D.Q.; SANTOS, A.F.M.; AQUINO, M.H.C.; ABREU, D.L.C.; RODRIGUES, D.P.; NASCIMENTO, E.R.; PEREIRA, V.L.A. Prevalência e susceptibilidade antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp. isolados de frangos vivos

e carcaças no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.38, n.7, p.1278-1285, 2018.

BARCO, L.; BELLUCO,S.; ROCCATO, A.; RICCI, A. *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* counts on poultry carcasses along the slaughter processing line, factors influencing the counts and relationship between visual faecal contamination of carcasses and counts: a review. **Istituto Zooprofilattico delle Venezie**, Legnaro, Padova, Italy. EFSA supporting publication 2014: EM 636, p.01-127. 2014.

BOTELHO, L. A. B.; KRAYCHETE, G. B.; SILVA, J. L. C.; REGIS, D. V. V.; PICÃO, R. C.; MOREIRA, B. M.; BONELLI, R. R. Widespread distribution of CTX-M and plasmid-mediated AmpC $\beta$ -lactamases in *Escherichia coli* from Brazilian chicken meat. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. N.110. p.249-254.2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **RDC nº12 de Janeiro de 2001**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/1201rdc.htm>>. Acesso em 15 dez. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Relatório de Pesquisa em Vigilância Sanitária de Alimentos. Brasília. 2012. 171p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395481/Relat%25C3%25B3rioPrebaf-vers%25C3%25A3ofinal-ar2012.pdf/f6bb5296-e633-4f7b-b81f-48a99430da6a>>. Acesso em: 10 abril 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **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 7.889, de 23 de Novembro de 1989 que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº20 de 21 de Outubro de 2016**. Estabelece o controle e monitoramento de *Salmonella* spp nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no serviço de Inspeção Federal (SIF). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 out.2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Divisão de Operações Industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº02/2012**. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 fev.2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99**. Registro do produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 210 de 10 de Novembro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária da Carne de Aves.1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio – Brasil 2017/18 à 2027/2028**. 2018. Disponível em: <[file:///C:/Users/Marcus%20Cossi/Downloads/PROJE%C3%87%C3%95ES%20DO%20AGRONEG%C3%93CIO%202018%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Marcus%20Cossi/Downloads/PROJE%C3%87%C3%95ES%20DO%20AGRONEG%C3%93CIO%202018%20(2).pdf)>. Acesso em: 12 mar 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio Brasil – 2014/2015 a 2024/2015**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-brasil-2014-2015-a-2024-2025.pdf/view>> Acesso em 25 jul. 2018.

BRASIL. **Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 24/12/2003, Seção 1, p.8. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Antimicrobianos: bases teóricas e uso clínico**. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/rede\\_rm/cursos/rm\\_controle/opas\\_web/modulo1/conceitos.htm](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/rede_rm/cursos/rm_controle/opas_web/modulo1/conceitos.htm)>. Acesso em: 9 abr. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007**. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 28/12/2007, Seção 1, p. 2. 2007.

BRESSAN, M.C. Efeito dos Fatores pré e pós abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. 201 f. **Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998. EMBRAPA. Embrapa Suínos e Aves, Central de Inteligência de aves e suínos. Estatísticas – Mundo – Frango de Corte. 2018b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>>. Acesso em 12 mar 2019.

CAMARGO, A.C.; COSSI, M.V.C.; SILVA, W.P.; BERSOT, L.S.; LANDGRAF, M.; BARANYI, J.; FRANCO, B.D.G.M.; ERO, L.A Microbiological Testing for the proper assessment of the hygiene status of beef carcasses. **Microorganisms**, v.7, n.86, p.1-11, 2019.

CDC. Center for Disease Control and Prevention. **Salmonella**. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>> . Acesso em: 27 mar 2019.

COSTA, R.G.; FESTIVO, M.L.; ARAUJO, M.S.; REIS, E.M.; LÁZARO, N.S.; RODRIGUES, D.P. Antimicrobial susceptibility and serovars of *Salmonella* circulating in commercial poultry carcasses and poultry products in Brazil. **J. Food Protect.** V.76, n.12, 2013.

DJEFFAL, S., MAMACHE, B.; ELGROUD, R.; HIRECHE, S.; BOUAZIZ.O. Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp contamination in broiler chicken farms and slaughterhouses in the northeast of Algeria. **Veterinary World**, v.11, p.1102-1108, 2018.

EMBRAPA. **Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira**. 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+>>

[+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>](#); acesso em 12 mar 2019.

ESPÍNDOLA, C. J. *As agroindústrias de carne do Sul do Brasil*. Tese de Doutorado, FFLCH/USP, 2002.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Revista Geosul, Florianópolis**, v. 27, n. 53, p. 89-113, jan./jul. 2012.

FELTES, M.M.C.; ARISSETO-BRAGOTTO, A.P.; BLOCK, J.M. **Food Quality and Safety**, v.1, p. 13-27, 2017.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. Microrganismos Patogênicos de Importância em Alimentos. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, p.33-81, 2004.

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

FRASÃO, B. S.; CÔRTEZ, L. R.; NASCIMENTO, E. R.; CUNHA, N. C.; ALMEIDA, V. L.; AQUINO, M. H. Detecção de resistência às fluoroquinolonas em *Campylobacter* isolados de frangos de criação orgânica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.35, n.6, p.613-619, 2015.

GOKSOY, E.O.; KIRKAN, S.; KOK, F. Microbiological quality of broiler carcasses during processing in two slaughterhouses in Turkey. **Poultry Science**, v.83, p. 1427-1432, 2004.

GOMES, D.J.; SANTOS, E.V.; SILVA, F.A.; SILVA, G.W.N.; ANDRADE, J.A.M. Avaliação da qualidade microbiológica de carnes de frango comercializados em uma feira livre na cidade de Sousa-PB. **INTESA – Informativo Técnico de Semiárido (Pombal-PB)**, v.10, n.1, p.106-110, jan./jul.2016.

HERMANSEN, J. E.; HORSTED, K.; KONGSTED, A. G. Meat production in Organic Farming. **Encyclopedia of Meat Science**, v.2, p.198-203, 2014.

HOELZER, K.; SWITT, A.I.M; WIEDMANN, M.; BOOR, K.J.; Emerging needs and opportunities in foodborne disease detection and prevention: From tools to people. **Food Microbiology**, v.75, p. 65-71, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE. **Estatística da Produção Pecuária 2018**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/abate-leite-couro-ovos\\_201802caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201802caderno.pdf)>. Acesso em 01 abr. 2019.

JAJA, I.F.; BHEMBE, N.L.; GREEN,E.; OGUTTU,J.; MUCHENJE,V.. Molecular characterization of antibiotic-resistant Salmonella entérica isolates recovered from meat in South Africa. **Acta Tropica**, v. 190, n. 129-136. 2019.

LIMA, W.K.; BARROS, L.S.S; SILVA, R.M.; DEUS, T.B.; SILVA, A.S.; LIMA, D.V. Patogenic and indicator microorganisms in chicken cuts sold in the Recôncavo-Bahia-Brazil. **Food and Nutrition Science**, v.08, n.11, 2017.

LOPES, M.; GALHARDO, J.A.; OLIVEIRA, J.T.; TAMANINI, R.; SANCHES, F.S.; MULLER, E.E. Pesquisa de *Salmonella spp.* e microrganismos indicadores em carcaças de frango e água de tanques de pré-resfriamento em abatedouros de aves. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p. 465-476, jul-set, Londrina, 2007.

MATTIELO, S.P.; DRESCHER, G.; BARTH JR, V.C.; FERREIRA, C.A.S.; OLIVEIRA, S.D. Characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* strains isolated from Brazilian poultry production. *Antonie van Leeu*, v.108, p. 1227-1238, 2015.

McDERMOTT, P.F.; TYSON, G.H.; KABERA, C.; CHEN, Y.; LI, C.; FOLSTER, J.P.; AYERS, S. L.; LAM, C.; TATE, H.P.; ZHAO, S. Whole Genome Sequencing for Detecting Antimicrobial Resistance in Nontyphoidal *Salmonella*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**. V.60, p. 5515-5520, 2016.

MELO, A.D.B. O futuro dos antimicrobianos na produção animal. *Avicultura Industrial*, n.7, p. 56-58, 2014.

MENEZES, L. D.M.; LIMA, A.L.; PENA, E.C.; SILVA, G.R.; KLEIN, R.W.T. Caracterização microbiológica de carcaças de frango de corte produzidas no Estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*, v.70, n.2, março-abril, Belo Horizonte, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>>. Acesso em 02 dez 2019.

MUSTAFA, E.A.; SULIMAN, H.H. Identification of *Salmonella* load in broiler primary production and processing in Bahri locality – Sudan. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, v.7, p.143-153, 2018.

NAAS, I.A.; NETO, M.M.; CANUTO, S. A.; WAKER, R.; OLIVEIRA, D.R.M.S.; VENDRAMETTO, O. Brazilian chicken meat production chain: a 10-year overview. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17, n.01, p. 87-94, jan-mar, 2015.

PANDINI, J.A.; PINTO, F.G.S.; MULLER, J.M.; WEBER, L.D.; MOURA, A.C. Ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella spp* isolados de aviários do Paraná, Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, v.82, p. 1-6, 2015.

POIREL, L.; BONNIN, R.A.; NORDMAN, P. Genetic Support and diversity of acquired extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in Gram-negative rods. **Infection, Genetics and Evolution**, v.12, n.5, p.883-893, 2012.

QUESADA, A.; REGINATTO, G.A.; ESPAÑOL, A.R.; COLANTONIO, L.D.; BURRONE, M.S. Resistência antimicrobiana de *Salmonella spp* aislada de alimentos de origem animal para consumo humano. **Ver. Peru. Med.Exp. Salud Publica**, v.33, p.32-44, 2016.

QUEVEDO, A. A história da avicultura brasileira. **Avicultura industrial**, 2016. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/a-historia-da-avicultura-brasileira/20030520-151203-0539>>. Acesso em: 12 mar.2019.

RIBEIRO, V. B. et al. Characterization of class 1 integrons and antibiotic resistance genes in multidrug resistant *Salmonella enterica* isolates from foodstuff and related sources. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, 2011.

RODRIGUES, A.C.A.; PINTO, P.S.A.; VANETTI, M.C.D.; BEVILACQUA, P.D.; PINTI, M.S.; NERO, L.A. Análise e monitoramento de pontos críticos no abate de frangos utilizando indicadores microbiológicos. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.38, n.7, p. 1948-1953, 2008.

SACCOL, A.L.F.; SERAFIM, A.L.; HECKTHEUER, L.H. Food Safety in Feeding Services: A Requirement in Brazil. 2013.

SANTOS, G. R. Cadeias Agroindustriais e Avicultura no Brasil: Organização produtiva e upgrading por cooperativas. **SERIE DOCUMENTOS DEL REPORTE ANUAL 2014**, Recursos Naturales y Desarrollo. RED SUDAMERICANA DE ECONOMÍA APLICADA. 2014.

SARANRAJ, P.; ALFARIS, A.A.S.; KARUNYA, K. **Global Veterinaria**, v.17, n.4, p. 282-294, 2016.

SARJIT, A.; RAVENSDALE, T.; COOREY, R.; FEGAN, N.; DYKES, G.A. Salmonella response to physical interventions employed in red meat processing facilities. **Food Control**, v.19, 2019.

SHANG, K.; WEI, B.; JANG, H.K.; KANG, M. Phenotypic characteristics and genotypic correlation of antimicrobial resistant (AMR) *Salmonella* isolates from a poultry slaughterhouse and its downstream retail markets. **Food Control**, v.18, p.1-34, 2018.

SILVA, A.C.; IACUZIO, R.; CÂNDIDO, T.J.S.; RODRIGUES, M.X.; SILVA, N.C.C. Resistência antimicrobiana de *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isolados de carcaças de frangos: resistência a antibióticos e óleos essenciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.1, p. 95-103, 2018.

SILVA, K.C.; LINCOPAN, N. Epidemiologia das betalactamases de espectro estendido no Brasil: impacto clínico e implicações para o agronegócio. **J. Bras. Patol. Med. Lab.** v.48, n.2, 2012.

SONG, Y-H.; GOH, Y-G.; UM, K-H.; PARK, B.S. Effect of ionize calcium on bacteria contamination in chicken carcass under slaughter process. **Biotech**, v.8, p. 1-5, 2018.

SOUZA, G.C.; GONSALVES, H.R.O.; GONSALVES, H.E.O.; COELHO, J.L.S.; Característica microbiológica da carne de frango. **Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA)**, v.10, n.2, p.12-17, abr-jun, 2014.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n.3, p.467-482, 2018.

TALAMINI, D. J. D.; SANTOS FILHO, J. I. Panorama da avicultura em 2017. **Anuário da avicultura industrial 2018**, n. 11, p.16-21, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Artigo+CIAS+-+Panorama+da+avicultura+em+2017.pdf>>. Acesso em: 12 mar.2019.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B.; PIZZOLANTE, C.C.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A.; QUINTEIRO, R.R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 624-632, 2006.

TOSUN, J.; MARCONDES, M.M. Import Restrictions and Food-Safety Regulations: Insight from Brazil. **Latin American Policy**, v.7, n.2, p.377-398, 2016.

TRABULSI, L.R.; MIMICA, I.M.; MIMICA, L.M.J. Características dos principais grupos de antibacterianos: espectro de ação e indicações. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. (Ed.). **Microbiologia**. 5 ed. São Paulo: Atheneu, p.87-91, 2008.

USDA. United States Department of Agriculture. **Certified Organic Survey 2016**. Disponível em : < [https://www.agmrc.org/media/cms/OrganicProduction09202017\\_correctio\\_07C6E93E3FDB6.pdf](https://www.agmrc.org/media/cms/OrganicProduction09202017_correctio_07C6E93E3FDB6.pdf) > Acesso em 07 ago 2018.

USDA. **Poultry and Products Annual Report 2018**. Disponível em: < [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Product%20Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_8-7-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Product%20Annual_Brasilia_Brazil_8-7-2018.pdf) > . Acesso em 01 abr.2019.

VAIDYA, V.M.; PATURKAR, A.M.; WASKAR, V.S.; ZENDE, R.J.; RAWOLL, D.B. Detection of indicator organisms on poultry carcass sites in an organized slaughterhouse. **Journal of Muscle Foods**, v. 16, p. 289-297, 2005.

VAN DEN BUNT, G.; LIAKOPOULOS, A.; MEVIUS, D.J.; GEURTS, Y.; FLUIT, A. C.; BONTEN, M.J.; MUGHINI-GRAS, L.; VAN PELT, W. ESBL/AmpC- producing Enterobacteriaceae in households with children of preschool age: prevalence, risk factors and co-carriage. **J. Antimicrob. Chemother.** v.72, n.2, p. 589-595, 2017.

VILLALPANDO-GUZMÁN, S.; VÁZQUEZ-QUIÑONES, C.R.; NATIVIDAD-BONIFACIO, I.; CURIEL-QUESADA, E.; QUIÑONES-RAMIREZ, E.I.; VAZQUES-SALINAS, C. Frecuencia ,susceptibilidad antimicrobiana y patrón de adherencia de Salmonella entérica aislada de carne de pollo, res y cerdo de la Ciudad del Mexico. **Rev.chil.infectol.** v.34, n.34. Santiago, 2017.

WHO. World Health Organization. **High Levels of Antibiotic Resistance Found World wide, new data shows**. Disponível em:< <https://www.who.int/news-room/detail/29-01-2018-high-levels-of-antibiotic-resistance-found-worldwide-new-data-shows> > Acesso em: 01 mar. 2019.

WHO. World Health Organization. Critically importante antimicrobials for human medicine. **Ranking of Antimicrobials Agentes for Risk Management of Antimicrobial Resistance due to Non-Human Use**. 5<sup>th</sup> Revision. Disponível em : <https://www.who.int/foodsafety/publications/antimicrobials-fifth/en/> Acesso em 29 jun.2019.

WHO. World Health Organization. Critically important antimicrobials for human medicine. Copenhagen: **Report of the 3rd WHO expert meeting**, 2011 . Disponível em:<[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77376/1/9789241504485\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77376/1/9789241504485_eng.pdf)>. Acesso em 20 abr. 2019.

ZAGONEL, E.F.; ESPINOLA, M.E.; PARIS, V.P.S.;GELINSKI, J.L.N. **Avaliação presuntiva da qualidade higiênico-sanitária de coxas e sobrecoxas de frango resfriadas obtidas comercialmente.** Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira, v.2, 2017.

ZEN, S.; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; Santos, V. H. S.; Felli, C. B. **Evolução da avicultuta no Brasil.** Informativo CEPEA – ESALQ. 2014. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0969140001468869743.pdf>> Acesso em: 12 mar.2019.

ZHU, A.;ZHI, W.; QIU, Y.; WEI, L.; TIAN.; PAN, Z.; KANG, X.; GU, W.; DUAN, L. Surveillance study of the prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella in pork from open markets in Xuzhou, China. **Food Control**, v.98, p. 474-480, 2019.

ZISHIRI, O.T.; MKHIZE, N.; MUKARATIRWA, S. Prevalence of virulence and antimicrobial resistance genes in Salmonella spp. isolated from commercial chickens and human clinical isolates from South Africa and Brazil. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research.** v.83, p.1-11, 2016.

## **CAPÍTULO 2**

### **NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO POR MICROORGANISMOS INDICADORES, PRESENÇA DE *Salmonella* spp E RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM CARÇAÇAS DE FRANGO DE CORTE DE DIFERENTES TIPOS DE CRIAÇÃO**

## RESUMO

O presente trabalho avaliou as contagens de microrganismos indicadores de higiene e presença de *Salmonella* spp em carcaças de frango oriundos de diferentes tipos de criação (frango industrial - FI, frango semi-caipira - FSC e frango caipira - FC) e abatidos em um mesmo abatedouro-frigorífico localizado em Uberlândia-MG. Foram coletadas 92 amostras de carcaças sendo 30 FI, 32 FSC e 30 FC. A coleta das amostras foi realizada pelo método de enxágue de carcaça em dois pontos de coleta (A – após etapa de sangria e B – após a etapa de resfriamento no chiller). No laboratório foi realizada a contagem de aeróbios mesófilos (AM), coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) do homogenado. No isolamento de *Salmonella* spp utilizou-se a metodologia prevista pela ISO 6579, com confirmação por PCR. As médias de AM foram comparadas por ANOVA ( $P < 0,05$ ) e os resultados de CT e CTT foram convertidos em níveis de contaminação e divididos em categorias de I (0 – 10 NMP/ml) à V ( $> 10.000$  NMP/ml). As comparações de frequências entre as etapas A e B e entre os sistemas de criação foram feitas pelo Teste Exato de Fischer ( $P < 0,05$ ). Amostras positivas para *Salmonella* spp foram restadas ainda para resistência a dez antimicrobianos (ampicilina (AMP), ciprofloxacina (CIP), azitromicina (AZI), cefalotina (CFL), tobramicina (TOB), cefalexina (CFE), cefotaxima (CTX), neomicina (NEO), meropenem (MER) e ceftriaxona (CRO)). Para AM, no ponto A foi observado que as aves do grupo caipira apresentaram média de contaminação inferior aos demais grupos com 5,31 log UFC/ml ( $P < 0,05$ ). Avaliando os resultados de CTT foi possível observar diferença entre contaminação e sistema de criação apenas na etapa B, sendo que o grupo de frangos caipira foram classificados mais frequentemente em nível superior de contaminação (101-1.000 NMP/ml) em relação aos demais ( $P < 0,05$ ). A pesquisa por *Salmonella* spp identificou 2,17% de positividade na etapa A do abate e 7,61% na etapa B. A maior resistência observada foi em relação às drogas ciprofloxacina (CIP), azitromicina (AZI), cefalotina (CFL) e tobramicina (TOB) em que quatro ou mais isolados foram resistentes. Com os resultados obtidos foi possível verificar que os animais originados do sistema de criação caipira chegam ao estabelecimento de abate com uma contaminação total menor que os outros sistemas de produção e que ao final do abate, estas carcaças apresentam maior nível de contaminação por CTT. Não foi observada diferença entre o sistema de criação e a presença de *Salmonella* spp, porém, a alta ocorrência do patógeno na etapa B e a identificação de resistência à antimicrobianos enfatizam a necessidade de mais ações que diminuam os riscos aos consumidores destes produtos.

**Palavras-chave:** frangos de corte. qualidade microbiológica. microrganismos indicadores.

## ABSTRACT

The present work evaluated the counts of microorganisms that indicate hygiene and presence of *Salmonella* spp in chicken carcasses from different types of rearing (broiler chicken - FI, backyard chicken - FSC and backyard chicken - FC) and slaughtered in the same slaughterhouse -fridge located in Uberlândia-MG. 92 carcass samples were collected, being 30 FI, 32 FSC and 30 FC. Sample collection was carried out using the carcass rinsing method at two collection points (A - after the bleeding step and B - after the chiller cooling step). In the laboratory, the count of aerobic mesophiles (AM), total coliforms (CT) and thermotolerants (CTT) of the homogenate was performed. In the isolation of *Salmonella* spp, the methodology provided for by ISO 6579 was used, with confirmation by PCR. The means of BF were compared by ANOVA and the results of CT and CTT were converted into levels of contamination and divided into categories from I (0 - 10 MPN / ml) to V (> 10,000 MPN / ml). The comparisons of frequencies between steps A and B and between rearing systems were made using Fischer's Exact Test ( $P < 0.05$ ). Samples positive for *Salmonella* spp were still left for resistance to ten antimicrobials (ampicillin (AMP), ciprofloxacin (CIP), azithromycin (AZI), cephalothin (CFL), tobramycin (TOB), cephalexin (CFE), cefotaxime (CTX), neomycin (NEO), meropenem (MER) and ceftriaxone (CRO)). For AM, in point A it was observed that the birds in the hick group showed a lower mean of contamination than the other groups with 5.31 log UFC / ml ( $P < 0.05$ ). Evaluating the results of CTT, it was possible to observe a difference between contamination and rearing system only in step B, with the group of free-range chickens being more frequently classified as having a higher level of contamination (101-1,000 NMP / ml) compared to the others. ( $P < 0.05$ ). The search for *Salmonella* spp identified 2.17% positivity in step A of slaughter and 7.61% in step B. The greatest resistance observed was in relation to the drugs ciprofloxacin (CIP), azithromycin (AZI), cephalothin (CFL) and tobramycin (TOB) in which four or more isolates were resistant. With the results obtained, it was possible to verify that the animals originating from the free-range farming system arrive at the slaughter establishment with less total contamination than the other production systems and that at the end of the slaughter, these carcasses have a higher level of contamination by CTT. There was no difference between the breeding system and the presence of *Salmonella* spp, however, the high occurrence of the pathogen in step B and the identification of resistance to antimicrobials emphasize the need for more actions that reduce the risks to consumers of these products.

**Key-words:** microbiological quality. broiler chickens. micro-organisms.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande importância comercial na produção de carne de aves ocupando a posição de maior exportador e segundo maior produtor mundial desta proteína (ABPA, 2018). Além do maior fluxo de comercialização internacional, o aumento de consumo possui influência direta no crescimento da produção, sendo pouco afetado pela região avaliada ou nível de renda do consumidor (OECD, 2018). Além disso, tem crescido a demanda por produtos em conformidade com o conceito de segurança alimentar, bem-estar animal e responsabilidade ambiental (SILVA et al., 2017; MORAES et al., 2014).

No Brasil, além da produção industrial, responsável por grande parte da produção avícola nacional, tem aumentado o interesse por criações não intensivas como a orgânica e caipira (ROSSA et al., 2012; SOUZA et al., 2012; SANTOS et al., 2005).

No caso do frango caipira, a legislação brasileira estabelece dentre outras coisas que a alimentação fornecida às aves deva ser constituída por ingredientes de origem vegetal e o manejo deve ser realizado até vinte e cinco dias em galpões, seguida de criação extensiva após esse período, sendo o abate permitido com idade mínima de 70 dias (BRASIL, 2012). Algumas regiões trabalham ainda com variações não legalmente caracterizadas que passam a ser denominadas de semi industrial ou semi caipira, tendo por característica o uso de animais de linhagens de crescimento lento, porém criados de forma intensiva (DOURADO et al., 2009).

A grande preocupação atrelada a este cenário é a falta de conhecimento sobre a real condição sanitária dos sistemas de criação não intensivos e o impacto que podem causar na cadeia produtiva. Assim como outras proteínas de origem animal, a carne de frango está sujeita a contaminações por microrganismos patogênicos e deteriorantes desde a cadeia primária de produção, durante o processo de abate e etapas posteriores à indústria (MELONI et al., 2017; DJEFFAL et al., 2018). Nas aves, estes contaminantes podem ser encontrados nas penas, pele, trato gastrointestinal e durante o processamento podem ser disseminados através de aerossóis, contato entre aves, superfície dos equipamentos, água dos tanques de escaldagem e resfriamento (NOOR et al., 2012; MPUNDU et al., 2019; STEFANI et al., 2014; INCILI; CALICIOGLU, 2018; PACHOLEWICZ et al., 2015).

O controle da contaminação microbiológica é um desafio nas indústrias de processamento de carne considerando que a matéria-prima geralmente apresenta níveis variados de contaminação (DIAS et al., 2017). A pesquisa por microrganismos

indicadores de higiene e a presença de patógenos tem sido fundamental para verificação das práticas de higiene em abatedouros de aves, indicando condições sanitárias de manipulação, processamento e armazenamento (POTTER et al., 2012; PACHOLEWICZ et al., 2016; MILIOS et al., 2014; POTTER et al., 2012; MATIAS et al., 2010).

Dentre os patógenos associados à carne de frango, *Salmonella* spp é um dos principais exemplos pois só nos Estados Unidos é responsável anualmente por 1,2 milhões de pessoas doentes, 23000 hospitalizações e 450 mortes (BAPTISTA et al., 2018; ZHU et al., 2017; MANOJ et al., 2015; CDC, 2019). Em relação à saúde pública existe a crescente preocupação em relação à resistência antimicrobiana observada em cepas bacterianas que podem comprometer o tratamento de infecções em humanos (ROSSA et al., 2013).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de contaminação por microorganismos indicadores de higiene referente a aeróbios mesófilos, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Além disso, avaliar a presença de *Salmonella* spp e analisar a resistência antimicrobiana desses isolados a partir de carcaças de frango abatidos em um estabelecimento localizado em Uberlândia-MG

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do local e etapas de coleta de amostras**

As coletas foram realizadas de Outubro de 2017 à Outubro de 2018 em um único abatedouro-frigorífico registrado pelo Serviço de Inspeção Municipal (S.I.M) com média de abate de 2.400 aves/semana. O estabelecimento recebe frangos de corte provenientes de produtores da região e que fornecem frangos de criação tipo caipira (FC), semi-caipira (FSC) e industrial (FI) para abate semanal neste local. O estabelecimento opera com evisceração manual das carcaças e dispõe de apenas um tanque para etapa de pré-resfriamento, além de não ocorrer uma ordem pré-determinada de abate dos frangos oriundos de cada sistema de produção.

Foram feitas vinte visitas ao estabelecimento onde foram coletadas amostras de 92 carcaças de frango (32 FC, 30 FSC e 30 FI), sendo cada carcaça amostrada em duas etapas do processo de abate (A e B). O ponto A corresponde à etapa final da sangria, porém, antes da entrada das carcaças no tanque de escaldagem. O ponto B refere-se à saída das carcaças após o tanque de pré-resfriamento.

As amostras foram coletadas por enxágue superficial de modo que cada carcaça foi introduzida em saco estéril contendo 500 ml de solução salina (0,85%) esterilizada, sendo o conjunto agitado vigorosamente por um minuto (CASON et al., 2005, adaptado). Para cada carcaça coletada foi realizada a identificação por meio de lacres numerados procedendo-se registro em planilha própria quanto ao número do lacre, tipo de criação da carcaça e etapa coletada. As amostras foram acondicionadas em caixa térmica contendo gelo e ao término da coleta eram transportadas até o Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal da FAMEV – UFU, Campus Umuarama para realização das análises microbiológicas dentro do período de três horas a partir do início da coleta. As análises moleculares foram realizadas no Laboratório de Epidemiologia Molecular (LEM), Campus Umuarama – UFU.

## **2.2 Contagens de aeróbios mesófilos (AM), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT)**

As análises laboratoriais microbiológicas foram feitas por meio de diluições seriadas em tubos contendo solução salina (0,85%). As amostras foram diluídas para contagem de mesófilos pela técnica de *Pour Plate* em Ágar Padrão para Contagem em Placa (PCA, Acumedia). As placas foram incubadas em estufa 37°C por 48 horas para posterior contagem das unidades formadoras de colônias (BRASIL, 2003).

Para contagem de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) foi utilizado a técnica de Números Mais Prováveis (NMP). As diluições selecionadas foram transferidas para tubos em triplicatas contendo Lauryl Sulfato Triptose (LST, Himedia) e tubos de Durhan invertidos em seu interior para teste presuntivo para coliformes totais, sendo incubados em estufa 35°C por 48 horas. Após este período os tubos que apresentaram turvação do meio e presença de gás dentro do tubo de Durhan tiveram uma alíquota transferida, por meio de alça bacteriológica, para tubos contendo Caldo Verde Bile Brilhante 2% lactose (VB, Himedia). Estes tubos foram então incubados a 35°C por 48 horas para confirmação da presença de CT. Para análise da presença de CTT foram transferidas alíquotas, com auxílio da alça bacteriológica, para o caldo *Escherichia coli* (EC, Himedia) e incubados em banho maria a 45°C por 24 horas.

Para contagem de aeróbios mesófilos foram consideradas placas que continham entre 25 e 250 colônias, sendo o resultado expresso em UFC/ml. A presença de coliformes totais foi confirmada através da formação de gás dentro do tubo de Durhan nos tubos

contendo Caldo Verde Bile Brilhante 2% lactose e para CTT no caldo *Escherichia coli* (EC) e em ambos os resultados foram expressos em Número Mais Provável (NMP)/ml.

### 2.3 Isolamento convencional de *Salmonella* spp e confirmação por PCR

Para pesquisa de *Salmonella* spp foram transferidas alíquotas de 30ml da água de enxágue de cada amostra para frascos de erlenmeyer contendo 30ml de água peptonada 2%, sendo o conjunto incubado à 37°C por 24 horas. Após este período, uma alíquota de 1 ml foi transferida para tubo contendo 10 ml de caldo Selenito Cistina (SC, Kasvi) e 0,1 ml para tubo contendo 10 ml de caldo Rappaport Vassiliadis (RV, Kasvi) e os caldos foram incubados a 37°C e 41,5°C por 24 horas respectivamente.

Posteriormente, foi realizada a semeadura em placas de Ágar SS (*Salmonella* Shigella, Kasvi) e Ágar XLD (Ágar de desoxicolato-lisina-silose, Oxoid), incubando-as a 37°C/24 horas. As colônias típicas de *Salmonella* spp. foram submetidas a provas bioquímicas utilizando-se os ágaros LIA (Lisina Iron Agar, Oxoid) e TSI (Triple Sugar Iron - Oxoid), ambos incubados a 37°C/24 horas. As reações típicas de LIA e/ou TSI foram transferidas para tubos com 10 ml de água peptonada 1% (Oxoid) e incubadas em estufa a 37°C por 24h. A etapa final consiste em retirar os tubos da estufa, transferir 0,7 ml do caldo para eppendorfs (duplicatas) e adicionar 0,3 ml de Glicerol em cada eppendorf, sendo realizado o congelamento da amostra para posterior confirmação por metodologia molecular (ISO, 2002).

A confirmação dos isolados suspeitos foi realizado através de PCR, tendo como alvo o gene *ompC*, responsável pela codificação de oligoproteínas externas da membrana da *Salmonella* e é considerado um dos genes mais específicos para identificação e confirmação deste micro-organismo (ALVAREZ et al., 2004; ALMEIDA et al., 2014). O PCR para detecção de *Salmonella* spp foi realizado no Laboratório de Epidemiologia Molecular da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a realização da PCR, colônias suspeitas isoladas na etapa anterior dessa metodologia, foram submetidas a extração e purificação de DNA, utilizando o Kit de purificação Wizard Genomic DNA (Promega Corp., Madison, WI).

Para a reação do PCR foi utilizado os seguintes reagentes: solução de 25µL sendo formados por 2µL de DNA da amostra, 12,5µL de GoTaq Green Master Mix (Promega), 8,5µL de água livre de nuclease (Promega) e 1µL de cada primer (gene *ompC*: *ompC*-F 5'-ATCGCTGACTTATGCAATCG-3'' e *ompC*-R 5'-

CGGGTTGCGTTATAGGTCTG-3'') com concentração de 10pmol/ $\mu$ L. As condições utilizadas para a reação foram: 95°C por 2 minutos para desnaturação inicial, 30 ciclos de 95°C por 30 segundos para desnaturação, 57°C por 1 minuto para anelamento, 72°C por 1 minuto para extensão, e após o término destes 30 ciclos, 72°C por 5 minutos para extensão final. Os produtos da PCR foram submetidos à eletroforese horizontal em gel de agarose 1% e posteriormente corados com GelRed (Biotium, Inc., Hayward, CA) e observados em transiluminador. As amostras consideradas positivas para *Salmonella* deveriam alcançar a altura de banda respectiva a 204 pares de base.

#### 2.4. Teste de susceptibilidade antimicrobiana

A sensibilidade dos isolados de *Salmonella* spp aos agentes antimicrobianos foi avaliada por meio de técnica de disco-difusão de Kirby-Bauer (Bauer et al., 1966), conforme recomendações do “Clinical and Laboratory Standards Institute” (CLSI, 2011; NCCLS, 2003). Utilizou-se neste estudo dez antimicrobianos: ampicilina(AMP) 10 $\mu$ g, meropenem(MER) 10 $\mu$ g, cefalotina(CFL) 30 $\mu$ g, neomicina(NEO) 30 $\mu$ g, cefalexina(CFE) 30 $\mu$ g, cefotaxima(CTX) 30 $\mu$ g, ciprofloxacina(CIP) 5 $\mu$ g, ceftriaxone(CRO) 30 $\mu$ g, tobramicina(TOB) 10 $\mu$ g e azitromicina(AZI) 15  $\mu$ g (Sensibiodisc – CECON). Para controle de qualidade foi utilizada cepa padrão ATCC (American Type Culture Collection) *Escherichia coli* ATCC 25922.

Cada isolado de *Salmonella* a ser testado foi inoculado em tubos contendo 5ml de solução salina estéril 0,85% utilizando alça bacteriológica em quantidade suficiente para obtenção da turvação padrão 0,5 da escala de McFarland. Em seguida a amostra foi semeada em placas de Petri estéreis contendo ágar Muller-Hinton (MH, Kasvi) de forma que toda extensão da placa fosse estriada uniformemente. Após esta etapa foram aplicados os discos de antibióticos (Cecon) na superfície das placas e levadas para estufa 37°C. As leituras foram realizadas após 24 horas pela medição dos diâmetros de halos de inibição comparando os resultados aos valores da tabela padrão para classificação em relação à susceptibilidade (sensível, intermediária e resistente) aos antimicrobianos testados.

#### 2.5 Análise dos dados

As contagens de aeróbios mesófilos foram convertidas em  $\log_{10}$  UFC/ml e as médias foram comparadas por ANOVA (P<0,05). Além disso, calculou-se o valor de referência

para a contaminação por aeróbios mesófilos no estabelecimento considerando para isso a contagem obtida em cada etapa do abate acrescida de seu respectivo desvio padrão (Dias et al., 2017). Então, as frequências de carcaças com valores superiores à referência foram calculadas e comparadas pelo Teste Exato de Fisher ( $P < 0,05$ ).

Já as contagens de CT e CTT foram classificadas de acordo com o nível de contaminação nas etapas avaliadas. Adotou-se nível I (de 0 à 10 NMP/ml), nível II (de 11 à 100 NMP/ml), nível III (de 101 à 1.000 NMP/ml), nível IV (de 1.001 à 10.000 NMP/ml) e nível V ( $> 10.000$  NMP/ml). Para comparação dos níveis de contaminação de CT e CTT utilizou-se o Teste Exato de Fisher ( $P < 0,05$ ).

Calculou-se também a frequência de carcaças positivas para *Salmonella* spp e os valores foram comparados por Teste Exato de Fisher ( $P < 0,05$ ). O resultado relativo aos testes de resistência aos antimicrobianos foram analisados de forma descrita por dados de frequência. Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando o programa GraphPad Instat.

### 3 RESULTADOS

Os resultados das contagens de aeróbios mesófilos (AM) em carcaças coletadas em duas etapas do processo de abate de frangos originados de diferentes sistemas de criação estão apresentados na Tabela 1.

Analisando os resultados observou-se que a contaminação por AM na etapa A foi menor no grupo caipira, tendo sido registrado para carcaças deste sistema de criação a média de  $5,31 \log_{10}$  UFC/ml e nas carcaças do grupo industrial e semi-caipira as médias foram  $5,99 \log_{10}$  UFC/ml e  $5,88 \log_{10}$  UFC/ml, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Em contrapartida, no ponto B não foram encontradas diferenças significativas entre as médias de contaminação por aeróbios mesófilos em relação aos diferentes sistemas de criação.

**Tabela 1.** Contagens médias de aeróbios mesófilos ( $\log_{10}$  UFC/ml) em carcaças de frango de diferentes sistemas de criação em duas etapas do processamento em um abatedouro frigorífico de Uberlândia-MG.

Sistema de Criação	n	Etapa do Abate	
		A*	B*
		(Média $\pm$ SD)	(Média $\pm$ SD)
Caipira	32	$5,31 \pm 0,71^{a;A}$	$3,83 \pm 0,70^{a;B}$
Industrial	26	$5,99 \pm 0,99^{b;A}$	$3,79 \pm 0,82^{a;B}$
Semi-caipira	24	$5,88 \pm 0,97^{b;A}$	$3,57 \pm 0,49^{a;B}$

\*Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento; \*\*Letras sobrescritas minúsculas diferentes indicam diferenças entre as médias da mesma etapa de abate ( $P < 0,05$ ). \*\*\* Letras sobrescritas maiúsculas diferentes indicam diferença entre as etapas do abate para um mesmo sistema de criação ( $P < 0,05$ ).

Independentemente do sistema de criação considerado, observou-se que a média de contaminação por AM apresentou redução dos valores no ponto B em relação ao ponto A ( $P < 0,05$ ). A maior diferença nas médias de redução entre as etapas foi observada nas carcaças oriundas de frangos semi caipira (2,31  $\log_{10}$  UFC/ml) e a menor redução foi observada para carcaças de frango caipira (1,48  $\log_{10}$  UFC/ml).

Com base nas médias observadas de contaminação por aeróbios mesófilos foi possível calcular o valor de referência de contaminação para este micro-organismo nas duas etapas de abate avaliadas e o resultado está apresentado na tabela 2.

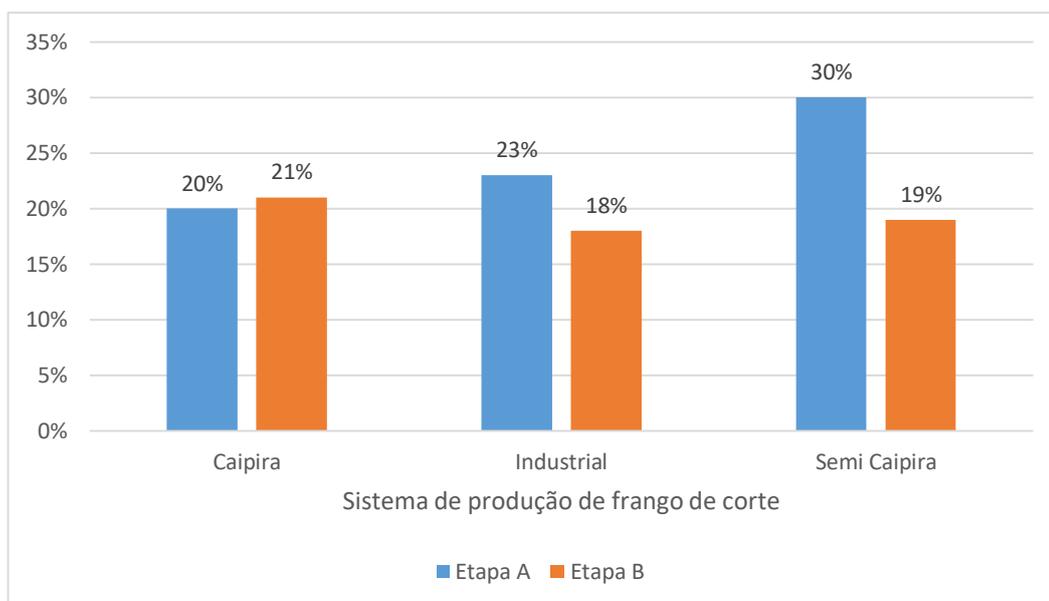
**Tabela 2.** Valor de referência para contagens de aeróbios mesófilos ( $\log_{10}$  UFC/ml) em duas etapas do processamento de um estabelecimento de abate de frangos localizado em Uberlândia-MG.

Sistema de Criação	Valor de referência para Aeróbios Mesófilos (Média + Desvio Padrão)	
	Etapa A	Etapa B
Caipira	6,04	4,61
Industrial	6,98	4,64
Semi Caipira	6,85	4,09

\* Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento.

Utilizando os valores de referência percebe-se que 20 a 30% das carcaças avaliadas na etapa A e 18 a 21% na etapa B ficaram acima do valor de referência para este estabelecimento (Gráfico 1). Comparando esta frequência observada nota-se que não houve diferença entre estes desvios e o sistema de criação ou entre as etapas de abate avaliadas ( $P > 0,05$ ).

**Figura 1.** Frequência de carcaças com contaminação superior aos valores de referência (média +desvio padrão) para contagens de aeróbios mesófilos em duas etapas do abate de frango em um estabelecimento de Uberlândia-MG



\*Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento; \*\* $P > 0,05$  para comparação entre sistemas de criação e entre etapas do abate

Na Tabela 3 estão expressos os resultados encontrados para coliformes totais (CT) através da classificação dos níveis de contaminação observados em cinco categorias (nível I à V) e sua relação com o sistema de criação do frango de corte.

Considerando os resultados obtidos, o sistema de produção não influenciou o nível de contaminação das carcaças por CT. Na etapa A, para os três tipos de criação a maior concentração de contaminação ocorreu na categoria V, com 64% de todas as carcaças avaliadas apresentando contaminação superior à 10.000 NMP/ml. Já na etapa B o nível de contaminação ficou concentrado na categoria III com 53% das carcaças apresentando contaminação entre 101 e 1000 NMP/ml. Assim, nota-se que semelhante ao observado para AM, nos coliformes totais o processo de abate foi responsável por uma redução nos níveis de contaminação da carcaça para todos os sistemas de criação.

**Tabela 3.** Nível de contaminação por Coliformes Totais (CT) em carcaças de frangos advindas de diferentes sistemas de criação e processadas em um abatedouro-frigorífico de Uberlândia-MG

Sistema de Criação	n	Etapa*	Nível de Contaminação**				
			I	II	III	IV	V

Caipira	16	A	5 (31%)	3 (19%)	0	0	8 (50%)
Industrial	17	A	6 (35%)	0	0	0	11 (65%)
Semi-caipira	20	A	5 (25%)	0	0	0	15 (75%)
Total	53	A	16 (30%)	3 (6%)	-	-	34 (64%)
Caipira x Industrial		P	1	0,1026	-	-	0,4905
Caipira x Semi-caipira		P	0,7225	0,0784	-	-	0,1691
Industrial x Semi-caipira		P	0,7195	-	-	-	0,7195
Caipira	18	B	1 (6%)	3 (17%)	11 (61%)	3 (17%)	0
Industrial	19	B	4 (21%)	5 (26%)	10 (53%)	0	0
Semi-caipira	25	B	5 (20%)	2 (8%)	12 (48%)	5 (20%)	1 (4%)
Total	62	B	10 (16%)	10 (16%)	33 (53%)	8 (13%)	1 (2%)
Caipira x Industrial		P	0,3398	0,6928	0,7431	0,1050	-
Caipira x Semi-caipira		P	0,3747	0,6344	0,5375	1	1
Industrial x Semi-caipira		P	1	0,2104	1	0,0596	1

\*Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento; \*\*Nível I: 0 – 10 NMP/ml; Nível II: 11-100 NMP/ml; Nível III: 101-1.000NMP/ml; Nível IV: 1.001 – 10.000NMP/ml; Nível V: >10.000NMP/ml.

Os resultados obtidos em relação aos níveis de contaminação para coliformes termotolerantes (CTT) nas carcaças avaliadas estão apresentados na Tabela 4. Na etapa A não houve diferença significativa entre os níveis de contaminação por CTT e o sistema de criação que a carcaça foi originada ( $P > 0,05$ ).

No entanto, na etapa B do abate foi possível observar diferença entre as frequências pertencentes ao nível I (0 – 10 NMP/ml) e ao nível III (101-1.000NMP/ml). As carcaças oriundas de frangos industriais se concentraram em maior número no nível I que as carcaças do sistema semi-industrial ( $P < 0,05$ ). Já no nível III a diferença foi observada entre carcaças de origem caipira e industrial onde as primeiras se concentraram mais neste nível ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Nível de contaminação por coliformes termotolerantes em carcaças de frangos advindas de diferentes sistemas de criação e processadas em um abatedouro-frigorífico de Uberlândia-MG

Sistema de Criação	n	Etapa*	Nível de Contaminação**				
			I	II	III	IV	V

Caipira	19	A	9 (47%)	3 (16%)	0	0	7 (37%)
Industrial	21	A	13 (62%)	1 (5%)	0	0	7 (33%)
Semi-Caipira	24	A	10 (42%)	0	1 (4%)	0	13 (54%)
Total	64	A	32 (50%)	4 (6%)	1 (2%)	-	27 (42%)
Caipira x Industrial		P	0,5254	0,3306	-	-	1
Caipira x Semi-caipira		P	0,7643	0,0785	1	-	0,3586
Industrial x Semi-caipira		P	0,2362	0,4667	1	-	0,2312
Caipira	22	B	8 (36%) <sup>a,b</sup>	0	13 (59%) <sup>a</sup>	1 (5%)	0
Industrial	21	B	14 (67%) <sup>a</sup>	1 (5%)	5 (24%) <sup>b</sup>	1 (5%)	0
Semi-Caipira	27	B	8 (30%) <sup>b</sup>	4 (15%)	9 (33%) <sup>a,b</sup>	6 (22%)	0
Total	70	B	30 (43%)	5 (7%)	27 (39%)	8 (11%)	
Caipira x Industrial		P	0,0690	0,4884	0,0305	1	
Caipira x Semi-caipira		P	0,7613	0,1174	0,0895	0,1116	
Industrial x Semi-caipira		P	0,0188	0,3686	0,5361	0,1180	

\*Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento; \*\* Nível I: 0 – 10 NMP/ml; Nível II: 11-100 NMP/ml; Nível III: 101-1.000NMP/ml; Nível IV: 1.001 – 10.000NMP/ml; Nível V: >10.000NMP/ml. \*\*\*Letras sobrescritas minúsculas diferentes indicam diferenças entre as frequências de um mesmo nível e etapa do abate ( $P < 0,05$ ).

Os dados da tabela 4 indicam que carcaças de frango do tipo caipira apresentam maiores níveis de contaminação por CTT na etapa B em relação aos demais grupos coletados. Assim como observado para os demais micro-organismos, há uma redução na contaminação geral das carcaças entre a etapa A e B, sendo possível visualizar na tabela 3 que 42% das carcaças que foram classificadas no nível V (>10.000NMP/ml) na etapa A foram distribuídas em níveis menos contaminados na etapa B.

A ocorrência de *Salmonella* spp nas carcaças de frango analisadas e sua relação com o sistema de criação que o animal foi originado está apresentada na tabela 5. Observa-se que o patógeno foi identificado em carcaças advindas de todos os sistemas de criação avaliados, não havendo diferença estatística entre os sistemas de criação e entre as etapas A e B do abate ( $P > 0,05$ ). Em números absolutos a etapa B, após o tanque de resfriamento, foi aquela com maior frequência de positividade (7,61%) e frangos originados de sistema de produção industrial foram os únicos que não apresentaram nenhuma positividade na etapa A de coleta.

**Tabela 5.** Presença de *Salmonella* spp em carcaças de frangos oriundos de diferentes sistemas de produção e abatidos em um mesmo estabelecimento localizado em Uberlândia-MG

Etapa do abate	Sistema de criação			Total
	Caipira	Industrial	Semi Caipira	
A	1/32 (3,12%)	0/30 (0,00 )	1/30 (3,33%)	2/92 (2,17%)
B	4/32 (12,5%)	2/30 (6,67%)	1/30 (3,33%)	7/92 (7,61%)
Total	5/64 (7,81%)	2/60 (3,33%)	2/60 (3,33%)	

\*Etapa A: Após a sangria; Etapa B: após o tanque de resfriamento; \*\*P>0,05 para as comparações entre sistemas de criação e entre as etapas de abate.

Para confirmação das carcaças positivas para *Salmonella* spp foi feita a seleção de colônias típicas que após confirmação por PCR deram origem à 10 isolados distribuídos conforme descrição disponível na tabela 6. Nota-se que nas coletas quatro e seis, mais de um sistema de produção apresentou positividade para o patógeno e na coleta quatro esta presença do patógeno foi observada apenas na etapa B do abate.

Com exceção do animal cinco, todas as carcaças positivas para *Salmonella* spp apresentaram o patógeno apenas em uma das etapas analisadas do abate (Tabela 6). Ainda observando a tabela tem-se que na carcaça do animal um foi possível identificar mais de uma colônia positiva, sendo ambas estocadas para análise de resistência.

**Tabela 6.** Padrão de resistência de *Salmonella* spp isoladas de carcaças de frango oriundas de três sistemas de criação (industrial, semi caipira e caipira) em duas etapas do abate (A: após a sangria; B: após a saída do chiller)

Sistema de criação	Coleta	Isolado	Animal	Etapa	Antimicrobianos*									
					AMP	CIP	AZI	CFL	TOB	CFE	CTX	NEO	MER	CRO
Caipira	6	S6	5	A	SENS.	SENS.	RESIST.	SENS.	RESIST.	SENS.	SENS.	SENS.	RESIST.	SENS.
Caipira	6	S7	5	B	SENS.	SENS.	RESIST.	RESIST.	RESIST.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.
Caipira	6	S8	6	B	SENS.	RESIST.	RESIST.	SENS.						
Caipira	4	S3	2	B	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.
Caipira	4	S4	3	B	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.
Industrial	3	S1	1	B	SENS.	RESIST.	RESIST.	SENS.						
Industrial	3	S2	1	B	RESIST.	RESIST.	SENS.	RESIST.	RESIST.	RESIST.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.
Industrial	4	S5	4	B	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.	SENS.
Semi caipira	6	S9	7	A	RESIST.	RESIST.	SENS.	RESIST.	SENS.	RESIST.	RESIST.	RESIST.	SENS.	SENS.
Semi caipira	6	S10	8	B	RESIST.	RESIST.	SENS.	RESIST.	RESIST.	SENS.	RESIST.	RESIST.	RESIST.	RESIST.

\*MER (Meropenem), CFE (Cefalexina), CTX (Cefotaxima), CIP (Ciprofloxacina), NEO (Neomicina), CFL (Cefalotina), AZI (Azitromicina), CRO (Ceftriaxona), TOB (Tobramicina) e AMP (Ampicilina).

Em relação aos dez antimicrobianos testados nesta pesquisa a maior resistência observada foi em relação às drogas ciprofloxacina (CIP), azitromicina (AZI), cefalotina (CFL) e tobramicina(TOB) em que quatro ou mais isolados foram resistentes. Considerando individualmente cada isolado, observou-se que aqueles obtidos em carcaças de frango de origem semi caipira foram os mais resistentes sendo S9 resistente à 6/10 antibióticos testados e S10 resistente à 8/10 medicamentos. Além disso, 4 isolados foram resistentes à três ou mais medicamentos de sete grupos farmacológicos distintos caracterizando assim a multirresistência. Apenas três dos dez isolados avaliados foram sensíveis a todos os antimicrobianos testados, sendo que dois deles pertenciam ao grupo caipira/etapa B e 1 isolado do grupo industrial também na etapa B (Tabela 6).

#### 4 DISCUSSÃO

Os animais que chegam ao abatedouro-frigorífico são fontes iniciais de contaminação da carcaça e o número de microrganismos que a constitui pode influenciar na qualidade da carne de acordo com as condições higiênicas de abate e processamento (DIAS et al., 2017; MASSOLI et al., 2013). No presente estudo foi possível perceber uma maior contaminação das carcaças na Etapa A do abate por AM, CT e CTT, corroborando com a ideia que as fases iniciais do abate demandam maior atenção para a garantia de um produto inócua e adequado para consumo. Falhas neste início do processo podem permitir que a alta carga microbiana migre entre regiões distintas da carcaça ou entre as carcaças durante as etapas de produção (BARACHO et al., 2006).

Neste sentido, pôde-se notar que o estabelecimento avaliado no presente trabalho tem apresentado sucesso com as etapas do processamento, uma vez que a contaminação observada na etapa B foi menor que a encontrada na etapa A. Assim como neste estudo, Matias et al. (2010) avaliando a presença de microrganismos indicadores de higiene em carcaças de frango observaram que a passagem pela etapa de pré-resfriamento foi importante para promover a redução de coliformes termotolerantes (CTT) nas carcaças processadas. Althaus et al., (2017) analisando os diferentes processos de um abatedouro verificou que a etapa de resfriamento reduziu a contagem de *Escherichia coli* em 3,4 log UFC/g. Apesar de *E coli* não ter sido analisada no presente trabalho, redução entre 1,48 e 2,31 log<sub>10</sub> UFC/ml foram observadas para contagens de aeróbios mesófilos entre as contagens obtidas após a sangria e após o tanque de resfriamento. A qualidade microbiológica do processo analisado no presente estudo pode ser

atestada ainda pelo fato de todas as carcaças na etapa B estarem dentro do padrão exigido pela legislação brasileira para CTT que estabelece valores máximos de  $10^4$  (ou 4 log) UFC/g<sup>-1</sup> de alimentos (BRASIL, 2001).

Mesmo considerando a boa qualidade microbiológica das carcaças analisadas, o resultado apresentado na Figura 1 mostra a importância do monitoramento realizado pela própria empresa. A frequência de carcaças que ultrapassaram a referência variou de 18 à 30% indicando que há uma oscilação nos níveis de contaminação que podem ser identificados e utilizados pela empresa na busca por melhor qualidade de seus produtos. Esta avaliação quando percebida pela empresa pode ser utilizada para aprimorar as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Programas de Autocontrole (PACs) para melhoria contínua da qualidade microbiológica de seus produtos (DIAS et al., 2017; TOMASEVIC et al., 2016).

Dentre os microrganismos avaliados, apenas para aeróbios mesófilos foi possível observar relação entre o sistema de produção e a contaminação inicial do abate, sendo o sistema caipira aquele com menor contaminação na etapa A. Uma das hipóteses para este resultado encontrado foi o fato da criação caipira ser caracterizada por menor densidade e com maior área de criação, contribuindo assim para menor contaminação externa destes animais (CRABONE et al., 2005). No caso da produção industrial e semi caipira a criação em sistema intensivo poderia justificar uma maior deposição de matéria orgânica dentro do espaço de criação e consequentemente um ambiente mais propício para que o animal aumente sua carga microbiana externa. De qualquer maneira, fatores como condições ineficientes de higiene nas granjas e transporte são considerados relevantes na contaminação intrínseca nos animais como fonte de entrada de microrganismos dentro dos abatedouros (TIROLI e COSTA, 2006).

Durante o processo de abate, no entanto, foi observada uma mudança no comportamento da contaminação e a diferença que havia na etapa A deixa de ser identificada na etapa B para as contagens de aeróbios mesófilos. Além disso, surge na etapa B uma diferença no nível de contaminação para CTT onde 67% das carcaças oriundas da criação industrial são classificadas no menor nível de contaminação (nível I) e 59% das carcaças de frango caipira ficam classificadas no nível III. Nota-se, portanto, que apesar da redução observada para AM em carcaças de frango caipira, a diminuição da contaminação por microrganismos pertencentes ao grupo CTT não foi tão expressiva quanto a observada nos demais sistemas de produção (Tabela 4).

Ranjitkar et al.(2016) relataram em estudo sobre o trato gastrointestinal de frangos de corte que há o aumento da diversidade de microrganismos intestinais conforme há o aumento da idade da ave. Considerando que as aves do tipo caipira devem ser abatidas com idade mínima

de 70 dias pode-se considerar que esta seja uma possível justificativa para os resultados observados (BRASIL,1999; BAILEY e COSBY.,2005).

Uma hipótese que ajuda a justificar o resultado encontrado é o fato de apenas as aves caipiras alcançarem a idade mínima para atingirem a plumagem completa e conseqüentemente possuírem maior diâmetro de folículo, o que dificultaria a remoção da contaminação microbiológica (EDENS, 2000). Somada às hipóteses que podem justificar as diferenças de contaminações entre as carcaças, deve-se atentar ainda para o fato de não haver um protocolo de higienização entre os grupos de animais abatidos neste frigorífico e isso, além de tudo, contribuir para a contaminação cruzada entre as carcaças, como já descrito por diversos trabalhos (CARDOSO et al., 2014; MANOJ et al.; 2015; JAHELEZI e BIJO, 2016;).

Coliformes totais (CT) foram os únicos microrganismos indicadores de higiene que não apresentaram nenhuma diferença significativa nos níveis de contaminação das carcaças de frango entre os diferentes tipos de criação. Apesar disso, assim como para AM e CT, um maior número de carcaças foi classificada em níveis mais baixos de contaminação após a etapa de resfriamento. Assim como no presente estudo, Rodrigues et al., (2008) avaliando os pontos críticos no abate de frangos pelas contagens de indicadores microbiológicos, verificou que as médias obtidas para contagens na saída do pré-resfriamento revelaram queda significativa dos indicadores avaliados, entre eles, os coliformes totais.

Portanto, considerando a dinâmica de contaminação observada neste estabelecimento, poderia ser benéfico abater inicialmente frangos advindos de criação caipira, expondo os mesmos à um ambiente menos contaminado e potencializando assim os efeitos vantajosos do processo normal de abate, característica esta que não foi observada nos resultados do presente estudo onde o abate é feito de forma aleatória. Dessa forma, o ideal seria promover a organização de cada grupo de acordo com o tipo de criação e realizar o abate separadamente para cada tipo distinto de criação. Além disso, o ideal também seria a realização do processo de limpeza no intervalo entre os grupos para prevenir efeitos da contaminação cruzada. Outra maneira para evitar isso seria através da renovação contínua do fluxo de água nos tanques de escaldagem e de resfriamento, que atualmente não é realizado.

A pesquisa por *Salmonella* spp mostrou que a bactéria pode ter origem independentemente do sistema de criação no qual o frango foi criado, tendo sido identificado 2,17% de positividade na etapa A do abate e 7,61% na etapa B. Diferentemente do presente trabalho, Dias et al (2017) detectaram maior prevalência de *Salmonella* em frango caipira quando comparado ao frango industrial. Alguns trabalhos indicam ocorrência de *Salmonella* spp em carcaça de frango semelhante à apresentada no presente estudo variando entre 2,5% e

5% (TESSARI et al., 2008; COSSI et al., 2012). Já Stoppa et al (2012) encontraram em abatedouros do Estado de São Paulo valores entre 15% e 39,6% de positividade nas amostras analisadas.

Apesar de não ter sido encontrada relação entre o sistema de produção e a ocorrência de *Salmonella* spp as grandes variações de ocorrência relatadas nos estudos mostram que diversas variáveis podem estar associadas à presença deste patógeno e que sua ocorrência ainda é uma preocupação para a saúde pública e para a avicultura em sua força econômica mundial (BAPTISTA et al.; 2018; MUSTAFA e SULIMAN; 2018).

Além disso, a não diferença estatística observada entre a presença de *Salmonella* spp na etapa A e B deve ser observada com cautela, uma vez que apesar da baixa ocorrência, o processo de abate não está sendo eficaz na mitigação deste microrganismo. A contaminação da carne de frango pode ocorrer desde a cadeia primária de produção até o processamento nos abatedouros (TEIXEIRA e LIMA., 2008). As aves, ao carregarem *Salmonella* spp para dentro das plantas de abate podem disseminar este patógeno em todos os setores da fábrica comprometendo assim a qualidade do produto. Esta contaminação cruzada dentro da indústria é potencializada pelo elevado volume de abate e variedade de equipamentos e utensílios utilizados no processamento da carne de frango (PULIDO-LANDINUZ, 2019; CORTEZ et al., 2006).

No caso do estabelecimento em questão deficiência na renovação constante de água no tanque de escaldagem e de resfriamento são fatores que também podem ter contribuído para a disseminação de microrganismos entre os grupos abatidos. Fuzihara et al. (2000) detectou presença do patógeno em 42% das carcaças de abatedouro de pequeno porte ao longo de diversas etapas de processamento indicando que a *Salmonella* se dissemina facilmente dentro do abatedouro. No entanto, mesmo considerando que este seja um problema complexo de se resolver, é importante lembrar que a inocuidade deste tipo de produto é de extrema importância para a saúde pública (ROSSA et al., 2013; PULIDO-LANDINEZ, 2019).

A preocupação, no entanto, não está apenas na presença deste patógeno nos produtos avícolas, mas também sobre a crescente resistência de patógenos aos antimicrobianos e seus impactos na saúde pública mundial (SOMDA et al.; 2018; BAPTISTA et al., 2018; ROSSA et al., 2013; SOUZA et al., 2010; PERESI et al.; 2006). Neste sentido, o risco para a saúde da população encontra-se na possibilidade de contaminação por patógeno pela ingestão de alimento contaminado e, em caso de desenvolvimento da doença, a dificuldade de tratamento que a multirresistência provoca (PERESI et al., 2006; SOMDA et al., 2018).

Este aumento na incidência de salmonelose humana e a alta prevalência de cepas multirresistentes torna o tratamento mais difícil (ABD- ELGHANY et al., 2014). A China é um

dos países que mais utiliza agentes antimicrobianos na pecuária como drogas terapêuticas e aditivos alimentares em relação aos demais países, porém, cada vez mais países tem se empenhado em propor medidas que mitiguem o uso das drogas na produção como forma de desacelerar os efeitos nocivos da seleção de microrganismos resistentes (ZHU et al., 2017).

Peresi et al (2006) verificou perfil de resistência microbiana de diversos antibióticos testados apresentando sensibilidade a ampicilina e ciprofloxacina em todas as amostras de *Salmonella* testadas. Em outro trabalho realizado por Souza et al (2010) avaliou a resistência de onze antimicrobianos para *Salmonella typhi* sendo que todas as amostras testadas apresentaram sensibilidade para ampicilina e resistência intermediária para ciprofloxacina. Altas taxas de resistência também foram relatadas por ABD-ELGHANY et al. (2014) para ampicilina (91,6%) dos 166 isolados positivos para *Salmonella* e taxas mais baixas foram registradas para ciprofloxacina (63,9%). Cardoso et al (2006) testando diversos antibióticos para análise de resistência em cepa de *Salmonella enteritidis* isoladas de carcaças de frango apresentou sensibilidade à ciprofloxacina.

Ao avaliar o impacto de sistemas de criação sobre a resistência à antimicrobianos, Rosa et al.(2013) identificaram que *Salmonella* spp oriunda de frangos criados em sistema convencional eram mais resistentes que aqueles isoladas em frangos orgânicos. No presente estudo entretanto, não foi possível observar diferença entre os sistemas de criação pois a baixa ocorrência em alguns grupos inviabilizou uma análise mais detalhada sobre este tema.

## 5 CONCLUSÃO

Os dados desse trabalho permitem concluir que os animais oriundos de sistemas de criação intensivo e semi intensivo, como o industrial e semi-caipira, chegam ao abatedouro-frigorífico com uma carga de contaminação total superior à contaminação identificada no frango originado de sistema caipira. Por outro lado, a redução de contaminação observada nas carcaças deste último sistema é menor que aquela observada em carcaças de frango industrial e semi caipira. Já em relação à *Salmonella* spp, a preocupação deve ser a mesma independentemente do sistema de criação que será abatido. Os resultados portanto, podem contribuir para uma avaliação sobre os benefícios de se adotar uma ordem de abate que considere a contaminação característica de cada espécie e os benefícios do processo de abate. Além disso, a importância da pesquisa de microrganismos indicadores e patogênicos nas plantas de abate permite analisar os diferentes pontos de contaminação na produção sendo fundamental para garantir o controle

microbiológico de toda as etapas de abate e garantir a segurança alimentar dos produtos ao consumidor.

## REFERÊNCIAS

ABD-ELGHANY, S.M.; SALLAM, K.I.; ABD-LKHALEK, A.; TAMURA, T. Occurance, genetic characterization and antimicrobial resistance of Salmonella isolated from chicken meat and giblets. **Cambridge University Press**, v.143, p. 997-1003, 2015.

<https://doi.org/10.1017/S0950268814001708>

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16389**. Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira.

Disponível em: <

<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/2f03721c5afcbc2aee77b4b3c6b0ece2.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>>. Acesso em: 01 fev.2019.

ALTHAUS, D.; ZWEIFEL, C.; STHEPAN, R. Analysis of a poultry slaughter process: Influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. **Italian Journal of Food Safety**. V.6. p. 190-194. 2017. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2017.7097>

BAPTISTA, D.Q.; SANTOS, A.F.M.; AQUINO, M.H.C.; ABREU, D.L.C.; RODRIGUES, D.P.; NASCIMENTO, E.R.; PEREIRA, V.L.A. Prevalência e susceptibilidade antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp isolados de frangos vivos e carcaças no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.38, n.7, p.1278-1285, 2018.

<https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5289>

BARACHO, M.S.; et al.. Variables impacting poultry meat quality from production to pre-slaughter. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. V.8.n.4. p.201-212. 2006.

<https://doi.org/10.1590/S1516-635X2006000400001>

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A.N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso**, v.2, n.1, p.25-51, 2010.

BOYSEN, L.; NAUTA, M.; ROSENQUIST, H. Campylobacter spp. and Escherichia coli contamination of broiler carcasses across the slaughter line in Danish slaughterhouses. **Microbial Risk Analysis**. V.9. n.44. P. 1-5. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 07, de 19 de Maio de 1999**.Dipõe sobre registro do produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”.1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ Divisão de Operações Industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 02/2012**. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou

Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Diário Oficial da União, DF, 01 de fevereiro de 2012.

CARDOSO, A.L.S.P.; KANASHIRO, A.M.I.; STOPPA, G.F.Z.; CASTRO, A.G.M. ; LUCIANO, R.L.; TESSARI, E.N.C. Eficiência de metodologias de preparo de amostra para pesquisa de Salmonella e contagem de mesófilos em carcaças de frango. **Revista Científica de Medicina Veterinária**.v.22. 2014.

CARDOSO, M.O.;RIBEIRO, A.R.; SANTOS, L.R.; PILOTTO, F.; HAMILTON, L.S.; MORAES, L.S.; SALLE, T.P.; ROCHA, S.L.S.; NASCIMENTO, V.P. Antibiotic resistance in *Salmonella enteritidis* isolated from broiler carcasses et al.. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.368-371, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000300030>

CASON, J.A.; BERRANG, M.E.; SMITH, D.P. Recovery of bactéria from broiler carcasses rinsed zero and twenty-four hours after immersion chilling. **Poultry Science**. V.85. p.333-336. 2006. <https://doi.org/10.1093/ps/85.2.333>

CDC. Centers of Disease Control and Prevention. **Salmonella**. Disponível em: < <https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>>. Acesso em 20 mar.2019.

CLSI. **Publication M100-S21**. Suggested Grouping of US-FDA Approved Antimicrobial Agents that should be considered for routine testing and reporting on nonfastidious organism by Clinical Laboratories, 2011.

COSSI, M. V. C.; DIAS, M.R.; ALMEIDA, M.V.; PINTO, P.S.A. Inspected and non-inspected chiller chicken carcasses commercialized in Viçosa, MG, Brazil: microbiological parameters and Salmonella spp occurrence. **Ciência Rural**, v.42, n.9, p.1675-1681, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000900025>

COSTA, F.N.; JUNIOR, O.D.R.; FILHO, A.N.; TAVECHIO, A.T. Sorovares de Salmonella isolados de carcaças e cortes de frango obtidos na indústria e no comércio em Jaboticabal, Estado de São Paulo, em 1996. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.4, n.3, p. 97-100, set./dez, 1997. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.082>

CRABONE, G.T.; MOORI, R.G.; SATO, G.S. Fatores relevantes na decisão de compra de frango caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v.7, n.3, p.312-323, 2005.

DIAS, M.R.; DIANIN, K.C.S.; BERSOT, L.S.; NERO, L.A. Self-monitoring microbiological criteria for the assessment of hygienic procedures during chicken slaughtering. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.19, n.02, p.317-324, apr.-jun. 2017. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0381>

DJEFFAL, S.; ELGROUD, R.; BAKIR, M.; HIRECHE, S. Prevalence and risk factors for salmonella spp contamination in broiler chicken farms and slaughterhouses in the northeast of Algeria. **Veterinary World**. v.11, ago. P.1102-1108. 2018. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1102-1108>

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DORIGAM, J.C.; MARCATO, S.M.; FERNANDES, J.B.K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, n.3, p. 875-881, maio/jun., 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300030>

FUZHARA, T.O.; FERNANDES, S.A.; FRANCO, B.D.G.M. Prevalence and dissemination of Salmonella serotypes along the slaughtering process in Brazilian small poultry slaughterhouses. **Journal of Food Protection**, v. 63, n.12, p. 1749-1753, 2000. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.12.1749>

GOKSOY, E.O.; KIRKAN, S.; KOK, F. Microbiological Quality of Broiler Carcasses during processing in two slaughterhouses in Turkey. **Poultry Science**, v. 83, p.1427-1432. 2004. <https://doi.org/10.1093/ps/83.8.1427>

INCILI, G.K.; CALICIOGLU, M.; Change in scalding fluids by time in poultry slaughterhouse and its effect on microbiological quality of carcasses. **Journal of Food Safety**.v.38. p. 1-7. 2018. <https://doi.org/10.1111/jfs.12485>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 6579: Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the detection of Salmonella. **Geneva: ISO**, 2002.

JAHELEZI, R.; BIJO, B. Risk Assessment of Poultry Slaughterhouses in Tirana Region. **Albanian Journal Agricultural Science**. v.15, n.2, p.108-111. 2016.

LEMOS, A.V.; BITTAR, D.Y.; NETO, O.V.;VIEIRA JUNIOR, W.G. Avaliação do crescimento e desempenho de diferentes linhagens de frango caipira melhorado na região de Goianésia, Goiás. **Pubvet Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.12, n.4, p.1-5, 2018. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a76.1-5>

LILLARD, H.S.; The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. **Journal of Food Protection**, v.53, n. 3, p. 202-204, 1990. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-53.3.202>

LILLARD, H.S. Factors affecting the persistence of Salmonella during the processing of poultry. **Journal of Food Protection**. V.52. n.11. p. 829-832. 1989. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-52.11.829>

LIMA, W.K.S.;SILVA, R.M.; BARROS, L.S.S.; DEUS, T. B. Patogenic and indicator microorganisms in chicken cuts sold in Recôncavo da Bahia area, Brazil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**.v.11.n.3.p.263-272, jul-set. 2017. <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20170027>

LINE, J.E.; OAKLEY, B.B.; STERN,N.J. Comparison of cumulative drip sampling with whole carcass rinses for estimation of Campylobacter species and quality indicator organisms associated with processed broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.218-224, 2013. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02217>

MANOJ, J.; SINGH, M.K.; SINGH, Y.P. The role of poultry in foodborne salmonellosis and its public health importance. **Advances in Animal Veterinary Sciences**. v.3, n.9, p. 485-490. 2015. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.9.485.490>

MASSOLI, M.C.B.; CARDOSO, M.V.; CAVANI, R.; GOMES, M.O.S.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Qualidade microbiológica de frango comercializado na cidade de Jaboticabal, São Paulo. **Investigação**, v. 13. P. 24-28. 2013.

MATIAS, B.G.; PINTO, P.S.A.; COSSI, M.V.C.; NERO, L.A. Salmonella spp and hygiene indicator microorganisms in chicken carcasses obtained at different processing stages in two slaughterhouses. *Foodborne Pathogens and Disease*. Vol 7, n.03, pg.313-318. 2010. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0392>

MELONI, D.; MARCEDDU, M.; CONSOLATI, S.G.; MAZZA, R.; MUDADU, A.G.; PIRAS, F.; MAZETTE, R. Occurrence of food-borne pathogens and process hygiene indicator in three Italian poultry slaughterhouses. *Journal of Food Safety*. 2017. <https://doi.org/10.1111/jfs.12349>

MINHARROS, S.; NASCIMENTO, C.A.; GALLETI, J.P.; MERISSE, T.J.; FEITOSA, A.C.F.; SANTOS, H.D.; DIAS, F.E.F.; SANTANA, E.S.; BALDANI, C.D.; ANDRADE, M.A. Susceptibilidade antimicrobiana de sorovares de *Salmonella* spp isolados de vísceras comestíveis e carcaças de aves abatidas no Estado do Tocantins, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.4, p.2661-2670, jul./ago, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2661>

MOHAMED-NOOR, S.E.; ABDALLA, M.A.; SHUAIB, Y.A.; SULIMAN, S.E. Study of microbial contamination of broilers in modern abattoirs in Khartoum State. **Food Technology**. v.36. p. 74-80.2012.

MORAES, J.; FERREIRA, P.B.; JACOME, I.M.T.D.; MELLO, R.; BREDI, F.C.; RORATO, P.R.N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. *Ciência Rural*. Santa Maria. Disponível em :< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n10/0103-8478-cr-cr20130867.pdf>> . Acesso em 11 de Abril 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130867>

MPUNDU, P.; MBEWE, A.R.; MUMA, J.B.; ZGAMBO, J.; MUNYEME, M. Evaluation of bacterial contamination in dressed chickens in Lusaka abattoirs. *Frontiers in Public Health*. V.7. article 19. P. 1-7. 2019. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00019>

MUSTAFA, E.A.; SULIMAN, H.H. Identification of Salmonella load in broiler primary production and processing in Bahri locality, Sudan. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v.7, n.3, p.143-153, 2018.

NAAS, I.A.; MOLLO NETO, M.; CANUTO, S.A.; WAKER, R.; OLIVEIRA, D.R.M.S.; VENDRAMETTO, O. Brazilian chicken meat production chain: a 10-year overview. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.17, n.1, p.87-94, 2015. <https://doi.org/10.1590/1516-635x170187-94>

NCCLS. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests**; Approved Standard – Eighth Edition. NCCLS document M2-A8 (ISBN 1-56238-485-6). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA, 2003).

OECD. **Relatórios Econômicos OECD Brasil.2018**. Disponível em: < <https://www.oecd.org/eco/surveys/Brazil-2018-OECD-economic-survey-overview-Portuguese.pdf>>. Acesso em 05 de Jan. 2019.

PACHOLEWICZ, E.; SWART, A.; SCHIPPER, M.; GORTEMAYER, B.G.M.; WAGENAAR, J.A.; HAVELAAR, A.H.; LIPMAN, L.J.A. A Comparison of Fluctuations of *Campylobacter* and *Escherichia coli* concentrations on broiler carcasses during processing in two slaughterhouses. *International Journal of Food Microbiology*, v. 205, p.119-127, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.006>

POTTER, B.D.; MARCY, J.A.; OWENS, C.M.; SLAVIK, M.F.; GOODWIN, H.L.; APPLE, J.K. Impact of performance-based sanitation systems on microbiological characteristics of

poultry processing equipment and carcasses as compared with traditional sanitation systems. *J. Appl. Poult.* v.21, pg. 669-678, jan.apr. 2012 PULIDO-LANDÍNEZ. M. Food safety – Salmonella update in broiler. **Animal Feed Science and Technology**, v.250, p.53-58, 2019. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00513>

RANJITKAR,S.; LAWLEY, B.; TANNOCK, G.; ENGBERG, R.M. Bacterial Succession in the Broiler Gastrointestinal Tract. **Applied and Environmental Microbiology**, v.82, n.8, Apr. 15. 2016. <https://doi.org/10.1128/AEM.02549-15>

REICH, F.; SCHILL,F.; ATANASSOVA,V.; KLEIN,G. Quantification of ESBL-Escherichia coli on broiler carcasses after slaughtering in Germany. *Food Microbiology*. V.54. p.1-5. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.10.020>

RODRIGUES, A.C.A.; PINTO, P.S.A.; VANETTI, M.C.D.; BEVILACQUA, P.D.; PINTO, M.S.; NERO, L.A. Análise e Monitoramento de pontos críticos no abate de frangos utilizando indicadores microbiológicos. **Ciência Rural**. Santa Maria. V.38, n.7, p.1948-1953, out., 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000700023>

ROSA, L.S.; STAHLKE, E.V.R.; DIEZ, D.C.; WEBER, S.H.; STERTZ, S.C.; MACEDO, R.E.F. Resistência antimicrobiana e ocorrência de micro-organismos patogênicos e indicadores em frangos orgânicos e convencionais: estudo comparativo. *Biotemas*, v.26, n.3, p. 211-220, 2013. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p211>

ROUGER, A.; TRESSE, O.; ZAGOREC,M. Bacterial Contaminants of Poultry Meat: sources, species and dynamics. **Microorganisms**.v.5.n.50.p. 1-16. 2017. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030050>

ROSSA, L.S.R.; STERTZ, S.C.; MACEDO, R.E.F. Regulamentação, mercado e qualidade da carne de frango orgânico no Brasil – Revisão. **Revista Acadêmica**, v.10, n.1, p.29-44, 2012. <https://doi.org/10.7213/academica.7527>

ROSSA, L.S.; STAHLKE, E.V.R.; DIEZ, D.C.; WEBER, S.H.; STERTZ, S.C.; MACEDO, R.E.F. Resistência antimicrobiana e ocorrência de microrganismos patogênicos e indicadores em frangos orgânicos e convencionais: estudo comparativo. *Biotemas*, v.3, p.211-220, 2013.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C.M.L.S.; CARRILHO, E.N.V.M.; FERNANDES, J.B.K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p. 1589-1598, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000500020>

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P. Abate, processamento e embalagem de aves alternativas. **Circular Técnica nº34. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Embrapa, Concórdia, SC. 2002. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435993/abate-processamento-e-embalagem-de-aves-alternativas>> . Acesso em 03 Março 2018.

SILVA, D.C.F.; ARRUDA, A.M.V.; GONÇALVES, A.A. Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. **Journal Food Science Technology**. v.54. n.7. p. 1818-1826. 2017. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2612-x>

SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p. 479-487, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200031>

SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.2, p. 479-487, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200031>

SOUZA, C.O.; RAMOS, F.L.P.; SANTOS, L.V.S.; LOPES, M.L.; MOTA, C.M. Resistência antimicrobiana de *Salmonella typhi* identificadas no Estado do Para, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v.1, n.2, p. 61-65, 2010. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232010000200007>

STEFANI, L.M.; BACKES, R.G.; FARIA, G.A.; BIFFI, C.P.; ALMEIDA, J.M.; SILVA, H.K.; NEVES, G.B.; LANGARO, A. Trimming and washing poultry carcass to reduce microbial contamination: A comparative study. *Poultry Science*, v.93, p.3119-3122, 2014. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03383>

STOPPA, G.F.Z.; KANASHIRO, A.M.I.; CASTRO, A.G.M.; BERCHIERI JUNIOR, A. Pesquisa de *Salmonella* spp. em abatedouros avícolas. *Revista Higiene Alimentar*, v.26, n.208/209, p.162-168, 2012.

TESSARI, E.N.C.; CARDOSO, A.L.S.P.; KANASHIRO, A.M.I.; STOPPA, G.F.Z.; LUCIANO, R.L.; CASTRO, A.G.M. Ocorrência de *Salmonella* spp. em carcaças de frango industrialmente processadas, procedentes de explorações industriais do Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência Rural*, v.38, n. 9, p. 2557-2560, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000900023>

TIROLI, I.C.C.; COSTA, C.A. Ocorrência de *Salmonella* spp em carcaças de frangos recém abatidos em feiras e mercados da cidade de Manaus – AM. *Acta Amazonica*, v.36, n.2, p. 205-208, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200010>

TOMASEVIC, I.; KUZMANOVIC, J.; Anđelkovic, A.; Saracevic, M.; Stojanovic, M. M.; Djekic, I. The effects of mandatory HACCP implementation on microbiological indicators of process Hygiene in meat processing and retail establishments in Serbia, v.114, p.54-57, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.008>

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em : < [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf) >. Acesso em 30 jan. 2019.

VAIDYA, V.M.; PATURKAR, A.M.; WASKAR, V.S.; ZENDE, R.J.; RAWOOL, D.B. Detection of indicator organisms on poultry carcass sites in an organized slaughterhouse. *Journal of Muscle Foods*. V.16, p.289-297, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2005.00021.x>

ZWEIFEL, C.; ALTHAUS, D.; STEPHAN, R. Effects of slaughter operations on the microbiological contamination of broiler carcass in three abattoirs. *Food Control*. V.51, pg.37-42, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.002>

ZHU, Y.; LAI, H.; ZOU, L.; YIN, S.; WANG, C.; HAN, X.; XIA, X.; HU, K.; HE, L.; ZHOU, K.; CHEN, S.; AO, X.; LIU, S. Antimicrobial resistance and resistance genes in *Salmonella* strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China. *International Journal of Food Microbiology*. v. 259, p. 43-51, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.023>