

KEILY ALVES DE MOURA

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE ALHO SOBRE A QUALIDADE
MICROBIOLÓGICA DE FRANGOS RESFRIADOS**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
para a obtenção do título de
“Magister Scientiae”

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

KEILY ALVES DE MOURA

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE ALHO SOBRE A QUALIDADE
MICROBIOLÓGICA DE FRANGOS RESFRIADOS**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
para a obtenção do título de
“Magister Scientiae”

Aprovada: 27 de fevereiro de 2002

Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide
(Conselheiro)

Prof^a. Maria Cristina Dantas Vanetti
(Conselheira)

Prof. Nélio José de Andrade

Prof. Alonso Salustiano Pereira

Prof^a. Regina Célia Sartos Mendonça
(Orientadora)

A Deus, por ter me dado sabedoria e oportunidade para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Ladisvaldo e Valdecy, pelo amor, incentivo, apoio e confiança em
mim depositada,

Ao meu amado Glauco, por tudo que representa e pelo apoio, carinho e incentivo nos
momentos difíceis.

A minha irmã Daiany, pelo apoio

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença, orientação e conforto em todos momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Regina Célia Santos Mendonça, pela orientação, amizade, confiança, apoio e ensinamentos, imprescindíveis para realização deste trabalho.

Aos professores Lúcio Alberto de Miranda Gomide e Maria Cristina Dantas Vanetti, pelo auxílio, atenção, avaliação crítica e valiosas sugestões, sempre oportunas.

Aos professores Frederico José Viera Passos e Nélio José de Andrade pela disponibilização dos laboratórios para realização deste trabalho.

Aos meus pais, pois vocês foram o início de tudo.

Ao meu noivo, futuro esposo e eterno namorado, por sua presença. Sem você Viçosa não seria a mesma.

A minha amiga Míriam, pela amizade, companheirismo nos momentos alegres e também nas horas de desânimo.

Aos meus amigos da Primeira Igreja Batista de Viçosa, pelos bons momentos compartilhados juntos.

Às amigas Kelly, Carolina, Angélica e Patrícia, pela amizade, apoio, incentivo e por vibrarem comigo a cada etapa vencida.

À Carolina, Daniele e Lauro, pelo auxílio na realização deste trabalho.

A todos funcionários do DTA, em especial: D. Lígia, Wandick, Sr. Valente, Geraldo, Sr. José, Sr Manoel, Sr. Luiz, Vânia, Sueli, Maria Rita, Geralda e Tomaz, pela ajuda e amizade.

Aos funcionários do abatedouro da UFV, pela ajuda na realização do abate.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

KEILY ALVES DE MOURA, filha de Ladisvaldo Machado de Moura e Valdecy Alves de Moura, nasceu em Goiânia, Estado de Goiás, em 04 de novembro de 1975.

Em março de 1994, ingressou na Universidade Católica de Goiás – UCG, onde, em setembro de 1998, graduou-se em Zootecnia.

Em fevereiro de 2000, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2002.

ÍNDICE

LISTA DE QUADROS-----	viii
LISTA DE FIGURAS-----	ix
RESUMO-----	x
ABSTRACT-----	xii
1. INTRODUÇÃO-----	1
2. REVISÃO DE LITERATURA-----	3
2.1. Contaminação microbiana das carcaças de frangos-----	3
2.1.1. Contaminação de carcaças de frangos por <i>Salmonella</i> -----	5
2.1.2. Contaminação de carcaças de frangos por coliformes totais e fecais---	7
2.2. Efeito antimicrobiano dos condimentos-----	7
2.2.1 Efeito do alho sobre microrganismos-----	10
3. MATERIAL E MÉTODOS-----	13
3.1. Avaliação das qualidades físico-químicas e microbiológicas da água do abatedouro-----	13
3.2. Preparo das soluções de extrato de alho-----	14
3.3. Abate e resfriamento das carcaças de aves-----	14
3.4. Avaliação “in vitro” do desenvolvimento de <i>Salmonella</i> em peito de frango tratado com diferentes concentrações de extrato de alho-----	15
3.5. Amostragem e preparo das amostras-----	16
3.6. Análises microbiológicas-----	16

3.6.1. Da água do local de abate-----	16
3.6.2. Das carcaças de frango-----	17
3.6.2.1. Coliformes totais e fecais-----	17
3.6.2.2. Mesófilos aeróbios estritos e facultativos-----	17
3.6.2.3. Salmonela-----	17
3.6. Determinação da cor das peles de carcaças de frangos submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de extrato de alho-----	18
3.7. Avaliação dos resultados-----	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	19
4.1. Avaliação físico-química e microbiológica da água do abatedouro-----	19
4.2. Avaliação microbiológica da água usada no pré-resfriamento das carcaças e da água usada no resfriamento contendo diferentes concentrações de extrato de alho-----	20
4.3. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre o crescimento de mesófilos ao longo do período de estocagem, nas carcaças de frango--	22
4.4. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre o crescimento de coliformes totais e fecais em carcaças de frango ao longo do período de estocagem-----	24
4.5. Avaliação da qualidade microbiológica da ração-----	27
4.6. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre o crescimento de salmonela ao longo do período de estocagem-----	28
4.6.1. Avaliação “in vitro” da presença de <i>S. anatum</i> em peitos de frango---	28
4.6.2. Avaliação da presença do gênero <i>Salmonella</i> em carcaças de frango resfriadas-----	28
4.7. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre a cor da pele de carcaças de frango-----	30
5. RESUMO E CONCLUSÕES-----	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	35
APÊNDICE-----	44

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Análises físico-química e microbiológica da água do abatedouro-----	20
Quadro 2. Análises microbiológicas da água do pré-resfriamento e da água de resfriamento com diferentes concentrações de extrato de alho-----	21
Quadro 3. Evolução da microbiota mesófila em carcaças de frango resfriadas submetidas a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem-----	23
Quadro 4. Evolução da microbiota de coliformes totais em carcaças de frango resfriadas submetidas a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem-----	25
Quadro 5. Evolução da microbiota de coliformes fecais em carcaças de frango resfriadas submetidas a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem-----	26
Quadro 6. Evolução <i>in vitro</i> da microbiota de <i>Salmonella anatum</i> em peito de frango resfriado submetido a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem-----	28
Quadro 7. Média dos valores de L, a, b, c e h para as diferentes concentrações de extrato de alho-----	31
Quadro 1A. Resumo das análises de variância do teste de aceitação para as amostras de peitos de frangos tratados com diferentes concentrações de extrato de alho-----	45
Quadro 2A. Média do teste de aceitação para as amostras de peitos de frangos tratados com diferentes concentrações de extrato de alho-----	45

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diferenças de coloração da pele de carcaças tratadas com diferentes concentrações de extrato de alho (T1 – 0%; T2 – 5%; T3 – 10% e T4 – 15%)-----	32

RESUMO

MOURA, Keily Alves de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002.
Efeito do extrato aquoso de alho sobre a qualidade microbiológica de frangos resfriados. Orientadora: Regina Célia Santos Mendonça. Conselheiros: Lúcio Alberto de Miranda Gomide e Maria Cristina Dantas Vanetti.

Com o objetivo de reduzir a contaminação microbiológica de carcaças de aves resfriadas, avaliou-se o efeito de diferentes concentrações de extrato de alho no controle da microbiota mesofílica aeróbia estrita e facultativa, coliformes totais e fecais e *Salmonella*. Verificou-se com 0 dias de estocagem que, mesmo para as maiores concentrações de extrato de alho usadas, a redução no número de células viáveis dessa microbiota foi de 0,04; 0,31 e 0,51 ciclos logarítmicos para as concentrações de 5, 10 e 15%, respectivamente, quando comparada com 0% de extrato de alho. Decorridos 3 dias de estocagem, à temperatura de refrigeração, observou-se que não houve alteração nessa microbiota. Entretanto, com 6 dias de estocagem, observou-se que ocorreu uma retomada do crescimento da microbiota em carcaças submetidas a todos os tratamentos, sendo esse crescimento menos intenso à medida que se aumentava a concentração do extrato de alho. Apesar da microbiota atingir 10^6 UFC/mL, não se observou odor pútrido nem presença de viscosidade na superfície da carcaça tratada com 5, 10 e 15% de extrato de alho. Com 9 dias de estocagem, não houve diferença evidente entre os tratamentos com 10% e 15% de

extrato de alho. O efeito do extrato de alho sobre a microbiota de coliformes totais e fecais mostrou que logo após o abate (dia 0) o uso de extrato de alho na água do resfriamento levou a uma redução média de cerca de 0,5 ciclos logarítmicos na contagem de coliformes totais para cada incremento de 5% na concentração de extrato de alho. Essas reduções foram menores nas contagens de coliformes fecais. Após 3 dias de estocagem sob refrigeração, as contagens de coliformes totais e fecais no tratamento com 0% de extrato de alho permaneceram basicamente inalteradas e diminuíram cerca de 1 ciclo logarítmico nos tratamentos que usaram extrato de alho. Aos 6 e 9 dias de estocagem, as carcaças não tratadas com extrato de alho e tratadas com 5% de extrato de alho, respectivamente, já evidenciavam deterioração, a adição de extrato de alho à água de resfriamento mantinha as contagens de coliformes totais e fecais basicamente inalteradas em relação ao 3º dia de estocagem. Na avaliação *in vitro* do desenvolvimento de *S. anatum* observou-se, ao longo do período de estocagem, que as diferentes concentrações de extrato de alho não foram capazes de inibir o crescimento do patógeno. Há indicação da presença de salmonela nas carcaças analisadas no período de 0 e 3 dias. Somente nas carcaças tratadas com 15% de extrato de alho após 3 dias de estocagem não foi possível identificar esse patógeno. Após 6 e 9 dias de estocagem, não foi detectada a presença de *Salmonella* em nenhum dos tratamentos. Observou-se que as carcaças que não foram tratadas com extrato de alho (0%) se apresentavam mais pigmentadas, enquanto que nas carcaças tratadas com 5, 10 e 15% de extrato de alho ocorreu uma descoloração da cor da pele quando comparada com aquela não tratada com extrato de alho (0%). Os resultados obtidos indicam a possibilidade de uso do extrato de alho na água do tanque de resfriamento como alternativa para controlar a contaminação bacteriana.

ABSTRACT

MOURA, Keily Alves de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, February 2002.

The effects of garlic aqueous extract over the microbiological quality of refrigerated chicken Adviser: Regina Célia Santos Mendonça. Committee members: Lúcio Alberto de Miranda Gomide and Maria Cristina Dantas Vanetti.

The effect of different concentration of garlic aqueous extract was evaluated as a mean to control *Salmonella* and mesophilic aerobic strict and facultative, fecal and total coliform counts in refrigerated poultry carcasses. It was verified that after 0 days of storage, even with the highest concentration of the garlic extract in the chilling water, the reduction viable mesophilic aerobic cells was 0,04; 0,31 and 0,51 log cycles for 5, 10 and 15% concentration respectively. After 3 days of refrigerated storage, it was observed that there was no change on these cells counts. However, after 6 days of storage, it was observed that these cells reinitiated their growth in every treatment applied. However, this growth was less intensive when higher the concentration of the garlic extract was used. Even though the microbiota reached 10^6 UFC/ml, nor rotten smell, nor surface of viscosity was observed on the surface of those carcass treated with 5, 10 and 15% of garlic extract. After 9 days of storage there was no difference between 10 and 15% garlic extract treatments. The effect of the garlic extract over the microbiota of fecal and total coliform revealed that immediately after slaughter (day 0) the use of garlic aqueous extract in the carcass chilling water lead to an average reduction of 0,5 cycles on the total coliform counts for each increment (0,5%) on the garlic aqueous extract concentration. The reductions were lower on the fecal coliform counts. After 3 days of refrigerated

storage the total and fecal coliform counts remaining basically at the same level in the 0% garlic aqueous extract and decreased by about 1 log cycle in the treatments containing garlic aqueous extract. After 6 and 9 days of storage while the carcasses from 0% garlic aqueous extract treatment and of that of the 5% garlic aqueous extract treatment, respectively, already showed signs of deterioration, the addition of garlic extract to the chilling water kept both the total and fecal coliform counts basically unaltered in relation to the third day of storage. In the *in vitro* evaluation of the development of *S. anatum* it was observed, along the storage period, that the different concentrations of garlic aqueous extract were not capable to inhibit the pathogen growth. The presence of *Salmonella* in the carcass, which were treated, with different concentration of garlic extract, was observed in the period from 0 to 3 days of storage. Only on the carcass treated with 15% of garlic extract, it wasn't possible to isolate this pathogen. For period from 6 to 9 days, this microorganism wasn't found in any of the treatments. It was observed that carcasses, of the 0% garlic aqueous extract treatment presented a reddish skin, whereas those treated with 5, 10 and 15% of the garlic aqueous extract, had a whiter skin color. The results indicate that the use of garlic extract in the poultry meat chilling water might be a viable alternative to control bacteria contamination.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura tornou-se uma atividade de grande importância sócio-econômica para o País nos últimos anos, pois tem colocado à disposição da população, produtos de qualidade a baixo custo.

Constata-se, nos últimos tempos, um crescimento acentuado no consumo de carne de frango no Brasil e no mundo. Esse crescimento é decorrente basicamente de cinco fatores: menor preço na produção de carnes, imagem de produto mais saudável, maior eficiência facilitada pelo curto ciclo de produção, ausência de restrições culturais e pouco ou quase nenhum problema de adaptabilidade pelo consumidor.

Tem-se dado grande ênfase ao aspecto microbiológico da carne de aves, procurando-se mecanismos que visem reduzir contaminações tanto naturais quanto cruzadas. Para tanto, adotam-se técnicas de higienização desde a fase de criação até o abate e a estocagem. O abate é uma fase crítica, tendo em vista que falhas higiênicas, ao longo das diferentes etapas, podem comprometer a qualidade da carcaça.

A comercialização de frangos resfriados, apesar de apresentar um mercado considerável, restringe-se aos abates clandestinos regionais e, quando muito, próximo aos grandes abatedouros. Isso se deve à curta vida útil desse tipo de

produto, o que inviabiliza sua comercialização para centros mais distantes os quais têm disponíveis apenas aves na forma congelada. A principal razão para essa vida útil reduzida de frangos resfriados é o aumento no número de contaminantes microbianos presentes nas carcaças das aves.

Uma técnica empregada na melhoria da qualidade microbiológica de carcaças de frangos tem sido a irradiação. O mercado consumidor, de modo geral e, especificamente o mercado brasileiro, prefere aves resfriadas. O uso de irradiação permite a comercialização dessas aves por um período mais prolongado; entretanto, a irradiação de alimentos é ainda uma técnica cara, não difundida no Brasil, e pode trazer rejeição por parte dos consumidores, devido ao pouco conhecimento da técnica. Assim, outras formas que permitam o oferecimento de frangos resfriados com melhor qualidade microbiológica precisam ser desenvolvidas.

Outra alternativa como forma preventiva para reduzir contaminações na linha de processamento tem sido a adoção de técnicas tanto físicas como químicas de controle, tais como: lavagem e sanitização de utensílios e equipamentos, higiene dos operários e utilização de produtos bactericidas na água do resfriamento. Dentre os produtos bactericidas utilizados, podem ser citados o cloro, o ácido acético e diferentes condimentos.

Ao longo dos anos, tem-se observado que os condimentos, além de conferirem sabor aos alimentos, também possuem atividade antimicrobiana. Estudos usando condimentos (cebola, cravo, alho, gengibre, noz moscada, entre outros) como conservantes vêm aumentando visando sua aplicação como agentes bactericidas.

Dentre os condimentos que possuem propriedades antimicrobianas, o alho é um dos que tem se apresentado com excelente potencial para estudo pois, além de ser um condimento normalmente utilizado no preparo de alimentos, possui um antimicrobiano natural, a alicina, e diversas outras substâncias implicadas em diferentes controles microbianos de interesse.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso de alho na preservação de frangos resfriados, pela pesquisa de contagem total de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, *Salmonella* e coliformes totais e fecais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Contaminação microbiana das carcaças de frangos

Um dos maiores problemas da indústria avícola e de carnes de um modo geral é a perda de lotes devido a contaminações microbiana. Esse fator é de vital importância na vida útil das aves congeladas. A perda de lotes e a adoção de técnicas de controle pouco eficientes são indesejáveis do ponto de vista econômico, uma vez que a avicultura, ano após ano, consolida-se como uma das mais importantes fontes de proteína animal para a população mundial. SANTOS et al. (2000), citando números do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), mostraram que a produção mundial de frangos cresceu sistematicamente nos últimos 30 anos, passando de 7,47 milhões de toneladas, em 1970, para 40 milhões de toneladas no final do século vinte.

A microbiota presente na carcaça de frango pode ser dividida em dois grupos: patogênica e não-patogênica. Microrganismos patogênicos podem causar infecções ou intoxicações alimentares e alguns, bem como os não patogênicos, podem provocar alterações, como, sabores e odores desagradáveis, viscosidade/limosidade, coloração anormal na superfície da carne e produção de gás (CUNNINGHAM, 1987).

É extremamente ampla a variedade de microrganismos encontrados em carne de frango dentre os quais estão: *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Proteus*,

Pseudomonas, *Salmonella*, *Sarcina*, *Staphylococcus* e *Streptococcus* (BAILEY et al., 1987).

A carga microbiana das carcaças de frango e de seus derivados é representada por uma microbiota oriunda, principalmente, das aves vivas ou incorporada em qualquer uma das fases do abate, sendo que as etapas mais críticas são a escaldagem, a depenagem, a evisceração e o pré-resfriamento. Tal microbiota encontra-se, essencialmente, na superfície externa como nas penas, no espaço interdigital e nos tegumentos cutâneos, no trato digestivo e, em menor grau, no trato respiratório das aves (ALMEIDA e SILVA, 1992).

KOTULA e PANDYA (1995) observaram que as aves chegam à planta de processamento com uma alta contaminação, principalmente, nas penas, na pele do peito e nos pés. Verificaram ainda que as carcaças, antes mesmo de serem escaldadas, já continham uma média de bactérias aeróbias próxima de 10^8 UFC/g, *E. coli* entre 10^6 e 10^8 UFC/g, e *Salmonella spp* entre 10^6 e 10^7 UFC/g.

LILLARD (1990) encontrou um aumento significativo na incidência de *Salmonella* nas carcaças ao final da etapa de resfriamento, indicando que esse pode ser o ponto de maior significância em contaminação cruzada na linha de abate de frangos. Os resultados do estudo mostraram que carcaças não contaminadas adquiriram células de salmonela pelo contato direto com carcaças contaminadas dentro do tanque de pré-resfriamento, via água.

Segundo o “Food Safety and Inspection Service” dos Estados Unidos, o número de carcaças contaminadas por *Salmonella* passa de 3% a 5% antes do resfriamento para 36%, após o mesmo, muito embora ocorra uma certa redução (inferior a um ciclo logarítmico) de aeróbios e de *Enterobacteriaceae* (LILLARD, 1989a; LILLARD, 1990).

Estudos também têm revelado a prevalência de *Campylobacter jejuni* em 83% das aves processadas. A permanência desse microrganismo nas fezes de frangos, perus e outras aves atinge de 30% a 100% (WEMPE et al., 1983).

Dados da literatura mostram que agentes bactericidas, como, cloro, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio e ácido acético utilizados na água do resfriamento são efetivos na redução de salmonela em níveis não-detectáveis nas carcaças. Na realidade, essa redução pode ser devido à eliminação da contaminação cruzada, pela eliminação da *Salmonella* na água do resfriamento, e não pela eliminação dos microrganismos presentes na carcaça (DICKSON e ANDERSON, 1992).

O objetivo para o processador é o de tentar reduzir, ao máximo, o número de microrganismos na carcaça para assegurar um tempo de vida útil adequado durante a distribuição e o armazenamento e tentar prevenir a contaminação cruzada e a presença de bactérias patogênicas. Apesar disto, todas as operações de abate podem afetar a qualidade microbiológica das carcaças devido à possibilidade de contaminação cruzada, pelo contato entre aves, pelo manuseio inadequado das carcaças, pelo contato com equipamentos e instrumentos ou contato com a água do tanque de escaldagem ou de resfriamento (BAILEY et al., 1987).

Mesmo sob condições modernas de processamento, a produção de carnes livres de patógenos não pode ser garantida. A inclusão de mais uma etapa de descontaminação em forma de lavagem e sanitização durante o processo de abate das aves e de higiene dos operários pode melhorar a segurança microbiológica e a vida-de-prateleira da carne, e deve ser considerada como parte do processo de produção (DICKSON e ANDERSON, 1992).

Os principais microrganismos patogênicos veiculados por carnes de aves são: *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *E. coli*, *S. aureus* e *Clostridium* (BOLDER, 1998; ICMSE, 1998; WRAY et al., 1999).

O problema se agrava pelo fato de que as bactérias, incluindo *Salmonella*, aderem firmemente na pele da carcaça de frangos, não sendo facilmente removidas pela lavagem (LILLARD, 1989a; LILLARD, 1989b; LILLARD, 1990; ALMEIDA e SILVA, 1992).

2.1.1. Contaminação de carcaças de frangos por *Salmonella*

A contaminação de alimentos por bactérias do gênero *Salmonella* constitui problema sério para a indústria, tanto do ponto de vista econômico como no aspecto de saúde pública. O risco de infecção por salmonela assume um caráter especial quando se atenta para o fato de que sua presença no alimento não é denunciada pelo aspecto ou sabor (PARDI et al., 1993).

Salmonela está normalmente presente no trato intestinal do homem e dos animais, sendo sua ocorrência mais comum em aves. Sua ingestão pode levar a infecções em humanos, sendo que os sintomas podem variar de indivíduo para indivíduo, dependendo da dose infectante, sorotipo, virulência da cepa infectante e resistência do receptor (BAILEY et al., 1987; PARDI et al. 1993). As aves domésticas são consideradas como importantes veículos de contaminação

(GUTHERTZ et al., 1976; SILLEKER, 1980; TODD, 1980; BAILEY et al., 1987). Esse microrganismo pode ser introduzido no ciclo de produção de aves por meio da incubadora, do alimento (ração), dos galpões, pela presença de roedores e pelo próprio homem. Uma vez colonizado em um frango, o microrganismo pode ser distribuído a outros frangos, interna e externamente (SHACKELFORD, 1988). Dada a sua patogenicidade, essa bactéria causa febres entéricas, gastroenterites e septicemia. As dificuldades no seu tratamento as tornam alvo de grande interesse para os tecnologistas de alimentos, no sentido de concentrar esforços para reduzir sua incidência nos alimentos (DELAZARI, 1978). Nos Estados Unidos, as carnes de aves têm recebido maior fiscalização do que outros alimentos de origem animal devido à incidência de salmonelas (LADIGES e FOSTER, 1974).

Segundo PARDI et al. (1993), a tecnologia atual nas unidades de processamento não garante que os produtos estejam livres de salmonela; havendo incidência de 79% em galinhas congeladas, no Reino Unido, e de 15 a 48% em aves frescas no Canadá. Resultados semelhantes foram obtidos por RUSUL et al. (1996), que estimaram a presença de salmonela em frangos comercializados no mercado varejista da Malásia e na planta de processamento estudada, encontrando valores de 35,5% e 50% de carcaças contaminadas por *Salmonella*, respectivamente.

NISSEN et al. (2001) observaram que *S. enteritidis* inoculada em frangos multiplicou rapidamente chegando a 10^7 UFC/cm², após quatro dias de armazenamento em aerobiose, a 10° C, sendo o crescimento do microrganismo semelhante em carnes tratadas ou não tratadas com ácido láctico.

Programas de controle para reduzir a contaminação por salmonela, tanto em aves quanto em planta de processamento, incluem manutenção rigorosa do lote de criação livre de salmonela, eliminação no meio de fontes do microrganismo, uso correto do calor no alimento processado, estabelecimento de não patógenos na microbiota intestinal em aves jovens e educação para os usuários de produtos processados (TODD, 1980).

2.1.2. Contaminação de carcaças de frango por coliformes totais e fecais

Alguns microrganismos são utilizados como indicadores na avaliação da qualidade microbiológica dos alimentos e, dentre esses, podem ser citados os coliformes totais e fecais (MOSSEL e STRUIJK, 1995).

Os coliformes totais são bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar lactose com produção de gases. Os gêneros incluídos são *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Números elevados de coliformes indicam falhas higiênicas ao longo do processamento e do armazenamento do produto (ROITMAN et al., 1988). Já os coliformes fecais são representados, principalmente, pela *E. coli*, normalmente encontrada no trato gastrointestinal do homem e de outros animais, cujo número pode ser influenciado por diferentes fatores, tais como: contaminação natural, crescimento real no alimento, equipamentos mal higienizados e contaminação pelos manipuladores (HAYES, 1995). Os microrganismos de origem fecal podem aderir-se nas penas ou nos pés das aves durante a criação, durante contato com superfícies contaminadas ou por inalação do ar que contenha pó ou aerossóis contaminados com fezes (ICMSF, 1980).

COX et al. (1975) observaram que, após o resfriamento das carcaças, ocorreu uma redução na contagem de *Enterobacteriaceae*, com predomínio do gênero *Escherichia* na água do pré-resfriamento e nas carcaças imediatamente após processamento. Após 10 dias de estocagem, o gênero predominante nas carcaças foi *Enterobacter* por apresentar espécies psicotróficas.

2.2. Efeito antimicrobiano dos condimentos

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de controlar diferentes microrganismos em alimentos, usando-se para tal antibióticos e condimentos. AYRES et al. (1956) verificaram a eficácia dos antibióticos clorotetraciclina (CTC) e oxitetraciclina (OTC) aceitos, por curto período, como preservativo em alimentos pela USFDA. Os autores observaram que o uso de antibióticos na preservação de alimentos, apesar de ser bastante eficiente, resultava em aumento da resistência de bactérias ao antibiótico, particularmente, por microrganismos patogênicos. Esse procedimento induzia a um relaxamento nas práticas higiênico-sanitárias nos abatedouros levando, conseqüentemente, à suspensão da sua aplicação (MOUNTNEY, 1981; BARNES, 1994).

Os condimentos usados principalmente para tornar os alimentos mais agradáveis ao paladar apresentam ação conservadora por inibirem ou retardarem a atividade microbiana, bem como por retardarem a autooxidação de gorduras (FRAZIER, 1978; SHARMA et al., 1981; OLIVEIRA, 1991).

Estudos têm descrito as propriedades inibitórias dos compostos voláteis da cebola, alho, canela, orégano, alecrim e outros condimentos (SHELEF et al., 1980). O alho e a cebola apresentam ação bacteriostática ou germicida, e seus extratos foram avaliados como substitutos do nitrito na cura de carnes, visando prevenir a formação de toxina pelo *C. botulinum* (WIT et al., 1979). A cebola, cravo e canela apresentaram ação antifúngica contra os esporos de *Aspergillus parasitus* e *Aspergillus flavus*, produtores de aflatoxinas (FRAZIER, 1978; SHARMA et al., 1981; CONNER e BEUCHAT, 1984). Os compostos específicos da canela e do cravo, aldeído cinâmico e eugenol, respectivamente, são considerados mais bacteriostáticos que os demais óleos de condimentos e, devido a essa importante propriedade conservadora, a canela e o cravo foram usados na mumificação de mortos pelos egípcios (BULLERMAN et al., 1977). O alecrim tem ação fungistática, bacteriostática e antioxidante e a sua adição em carnes mostrou ser eficiente na redução do número de microrganismos (MacNEIL et al., 1973; CHANG et al., 1977; HEFNAWY et al., 1993). MacNeil e Mast (1973) citados por FARBOOD et al. (1976), usando a concentração de 0,08% de extrato de alecrim na produção de salsichas, sem nitrito e nitrato, observaram pequeno crescimento de microrganismos por um período prolongado, enquanto que em concentração de 1% houve uma redução de 43,2% no desenvolvimento de *S. typhimurium* e de 99% no desenvolvimento de *S. aureus*. Ao testar extratos alcoólico e aquoso de alecrim sobre sete espécies de *Salmonella*, TORRES (1985), observou que extrato alcoólico apresentou maior efeito inibidor sobre *Salmonella agona*.

NKANGA e URAIH (1981) verificaram que o cravo, a cebola e a pimenta vermelha, nesta ordem, foram eficientes no controle do crescimento *in vitro* de *S. aureus*, enquanto que o gengibre, ao contrário, favoreceu o aumento do número da bactéria na carne. Os autores verificaram, também, que um aumento na concentração desses condimentos aumentava o efeito inibidor sobre *S. aureus*, com exceção do gengibre, que favorecia ainda mais o aumento do número desse microrganismo.

Os óleos de orégano, alfavaca-do-campo e tomilho, os quais são botânica e quimicamente similares, produziram efeitos semelhantes contra crescimentos de *A.*

niger e *A. flavus* (PASTER et al., 1990). CONNER e BEUCHAT (1984) observaram que carvacrol e timol, que são constituintes do óleo essencial de orégano, apresentavam atividade antibacteriana, em diluições de 1: 2000 ou mais, contra *B. subtilis*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Proteus morganii*.

RITCHIE e DEANS (1987), estudando as propriedades antibacterianas de óleos essenciais de diversos condimentos contra 25 gêneros de bactérias, concluíram que os óleos com maior efeito inibitório foram os óleos essenciais de louro, angélica, canela, cravo, tomilho, amêndoa, manjerona, pimenta e gerânio.

BARA e VANETTI (1995), ao avaliarem o efeito dos pós de alecrim, alho, canela, cebola, cominho, cravo, cúrcuma, gengibre, louro, mostarda, noz-moscada, orégano, páprica, pimenta-jamaica, pimenta-preta e sálvia em diferentes concentrações sobre o crescimento de *Yersinia enterocolitica*, observaram elevada sensibilidade do patógeno ao cravo, embora o crescimento bacteriano também tenha sido inibido pela pimenta-jamaica, alecrim, sálvia, orégano e canela.

HEFNAWY et al. (1993), estudando os efeitos de sálvia, pimenta da jamaica, noz-moscada, cominho, alho, páprica, pimenta vermelha, pimenta preta e pimenta branca em carnes processadas, sobre cepas V7 e A de *Listeria monocytogenes* em caldo triptose, verificaram que existe diferença entre os condimentos, sendo que sálvia parece ser o mais eficiente. As cepas V7 e A foram mais sensíveis à sálvia e à pimenta da jamaica, sendo que a população de *L. monocytogenes* foi reduzida a números não detectáveis após 24 horas. Por outro lado, existiu diferença quanto à efetividade dos condimentos e, para a cepa V7, pimenta preta, cominho, alho, páprica, pimenta vermelha e pimenta branca não tiveram efeito ou até mesmo acentuaram o crescimento do microrganismo. Já para a cepa A cominho, alho, páprica, pimenta vermelha reduziram a população da bactéria após três dias a 1% de concentração.

Óleos de gengibre, cominho, coentro, manjeriço, cravo e mostarda mostraram atividade antimicrobiana contra *A. niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Mycoderma sp.*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bacillus cereus* (SETHI e MEENA 1994).

CARMO (1999), ao testar os efeitos das concentrações de 0,2%; 0,5%, e 0,7% dos condimentos alho, cravo, noz moscada e pimenta branca sobre *L. monocytogenes* e seis culturas “starter”, observou que o patógeno apresentou-se mais sensível ao cravo e à noz-moscada. As concentrações de 0,1% e 0,2% de cravo

foram mais efetivas na inibição de *Listeria*, quando associadas aos ingredientes geralmente usados na formulação de salame tipo italiano.

ARORA e KAUR (1999), comparando a sensibilidade de leveduras e algumas bactérias patogênicas frente a extratos de gengibre, cravo, alho, pimenta preta, observaram que somente o alho e o cravo tiveram uma atividade antimicrobiana efetiva, e o efeito bactericida do extrato de alho manifestou-se com 1 hora de incubação e foi possível detectar 93% de morte de *Staphylococcus epidermidis* e *Salmonella typhi* após 3 horas de incubação. Já as leveduras foram totalmente eliminadas em 1 hora pelo extrato de alho e em 5 horas pelo extrato de cravo.

2.2.1. Efeito do alho sobre microrganismos

O alho (*Allium sativum*) tem sido utilizado na medicina por séculos. Pliny, Virgil e Hipócrates sugeriam alho para o tratamento em uma variedade de doenças, tais como: indigestão, pneumonia, resfriados, feridas e infecções. De qualquer maneira, apenas na década de 40 evidências científicas estabeleceram que o alho realmente possui propriedades antimicrobianas ou medicinais (CONNER e BEUCHAT, 1984).

CAVALLITO e BAILEY (1944) citaram a alta atividade antimicrobiana do alho obtida pelo princípio ativo (alicina). Os autores observaram ainda que a ação da alicina é consideravelmente mais bacteriostática do que bactericida, tendo igual efeito contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas.

O efeito antimicrobiano é atribuído à alicina que afeta a atividade de enzimas importantes no metabolismo microbiano especialmente aquelas que apresentam grupos SH (APPLETON e TANSEY, 1975; BARONE e TANSEY, 1977). KIRUBAHARAN et al. (1999) mostram que a alicina é também um inibidor de enzimas respiratórias e inibe especificamente acetil-Co A syntetase na síntese de ácidos graxos.

A alicina, um aliltiosulfinato, é instável, e acredita-se que um ou mais de seus subprodutos deve ser o composto microbiologicamente ativo (APPLETON e TANSEY, 1975).

Nenhuma alicina mensurável pode ser encontrada em dente de alho intacto. O tecido deve ser cortado, triturado ou danificado para produzir o composto. A produção de alicina depende da conversão enzimática de seu precursor, alin, em

ácido alilsulfênico, que leva à produção de alicina. A enzima que conduz essa reação é a alinase, uma enzima piridoxal-fosfato dependente. Enzima e substrato ocorrem em compartimentos separados, combinando-se apenas quando as células são danificadas, formando o produto alicina (ELLMORE e FELDBERG, 1994).

O extrato de alho contém cerca de 0,3% a 0,5% de alicina, que é termolábil, estável em ácido, mas não em altas concentrações de álcali, sendo pouco solúvel em água (2,5% a 10°C) e insolúvel em hidrocarbonetos alifáticos (BARONE e TANSEY, 1977). Embora tiosulfinaos saturados sejam estáveis entre 40°C e 50°C, os tiosulfinaos insaturados, tais como a alicina, exibem instabilidade particular nessas temperaturas, o que explica a grande perda de atividade do extrato de alho quando incubado a 37°C (BARONE e TANSEY, 1977).

BREWSTER e RABINOWITCH (1990) relataram que o alho possui uma ampla propriedade antimicrobiana, inibindo o crescimento de uma grande variedade de fungos e bactérias, incluindo enterobactérias. O extrato de alho bruto foi considerado efetivo contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas.

Concentrações de 5% de extrato de alho apresentaram efeito germicida sobre *S. aureus* em meio de cultura (MANTIS et al., 1978). Concentrações de 3, 5 e 10% de extrato aquoso de bulbo de alho promoveram inibição de 31,3; 58,2 e 100% do crescimento de *B. cereus* em placas com ágar nutriente (SALEEM e AL-DELAIMY, 1982).

O extrato de alho tem se mostrado efetivo contra várias espécies fúngicas, embora não contra todas (APPLETON e TANSEY, 1975; TANSEY e APPLETON, 1975a; TANSEY e APPLETON, 1975b).

GÓMEZ e ANGULO (1998), estudando o efeito do alho e discos saturados com antibióticos (cloranfenicol, metilicina, gentamicina e estreptomicina) sobre bactérias e fungos, observaram que, em placas com ágar nutritivo onde se adicionaram três lâminas de alho com espessura de aproximadamente 3 mm e 0,5 g de alho em pó, o alho inibiu o crescimento *in vitro* de alguns microrganismos, como *B. cereus*, *E. coli* e *S. aureus*. A inibição do crescimento de *Penicillium chrysogenum* e *Saccharomyces cerevisiae* foi pouco evidente. Verificou-se também que a alicina apresentou uma ação antimicrobiana mais potente do que os antibióticos empregados.

KUMAR e BERWAL (1998) concluíram que uma concentração de 5% de alho foi suficiente para inibir 80% do crescimento *in vitro* de *S. aureus* e *E. coli*. Uma concentração de 10% de alho inibiu 90% do crescimento de *S. typhi* e 85% do crescimento de *L. monocytogenes*. Estes autores observaram ainda que, das bactérias patogênicas testadas, *E. coli* foi a mais sensível e *L. monocytogenes* a mais resistente.

MAIDMENT et al. (1999) verificaram que o número de *E. coli* e *Staphylococcus albus*, *in vitro*, era reduzido à medida que se aumentava a concentração de alho (0 a 20%) e a duração da incubação. Percebeu-se, também, que o aquecimento do alho a 100°C, por 30 minutos, resultava na perda de sua atividade antibacteriana.

KIRUBAHARAN et al. (1999) também observaram o efeito do extrato de alho sobre *E. coli*, e que não houve crescimento detectável na concentração de 4%. Já para concentrações de 1 e 2% de extrato de alho houve uma redução marginal no crescimento de *E. coli*. Os autores sugeriram ainda, que as variações na concentração de extrato de alho requerida para inibir o crescimento de vários microrganismos pode ser devido à presença de mais lipoproteínas tipo enzimas SH.

A efetividade do alho tem sido demonstrada também contra *Helicobacter pylori*, apresentando ação antimicrobiana estabilizada, pois não é alterada pelos ácidos do meio, sendo aumentada pelo suco gástrico. Produtos derivados de alho, tais como: alicina, dialil disulfeto, pó de alho e óleo de alho mostraram importante efeito, embora diferenciado, contra diferentes estirpes e isolados de *Helicobacter pylori* testados. O pó de alho teve um efeito maior do que o óleo de alho. Já a alicina apresentou maior efeito inibidor do que o dialil disulfeto (O'GARA et al., 2000).

Além do efeito antibacteriano, o extrato de alho apresenta também efeito antioxidante. EL-ZEINI e ATTA (1997), ao observarem o efeito antibacteriano e antioxidante do extrato de alho em diferentes concentrações (2,5; 5; 10 e 20%) em amostras de músculo bovino, determinaram que o valor D calculado para *E. coli* e *S. aureus* decresceu com o aumento na concentração do extrato de alho. Após exposição na concentração de 20% de extrato de alho, a contagem bacteriana apresentou redução de 1 ciclo log no valor D após 18,5 segundos e 11,7 segundos para *E. coli* e *S. aureus*, respectivamente. Observaram também que os valores de TBA, índice de peróxido e densidade óptica Kreis decresceram após 1º, 3º e 5º dia e que o efeito antioxidante foi dependente da concentração do extrato de alho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nas instalações de abate de frangos e nos Laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

3.1. Avaliação das qualidades físico-químicas e microbiológicas da água do abatedouro

Foi utilizada amostra de água proveniente do poço artesiano que abastece o abatedouro. As análises físico-químicas e microbiológicas foram efetuadas segundo metodologias propostas pela APHA (1992 b):

- a) dureza expressa em mg/L de CaCO_3 ;
- b) alcalinidade expressa em mg/L de CaCO_3 ;
- c) acidez expressa em mg/L de CO_2 ;
- d) cloro, expresso em mg/L Cl_2 ;
- e) cloretos, expressos em mg/L de NaCl ;
- f) pH;
- g) coliformes totais e fecais, expressos em NMP/100 mL

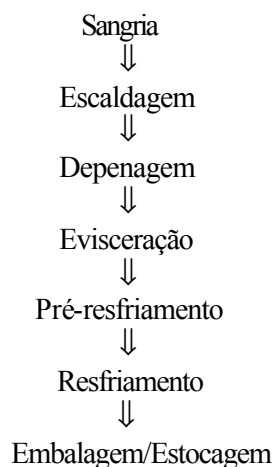
3.2. Preparo das soluções de extrato aquoso de alho

Uma única partida de alho, adquirida no comércio varejista local, foi dividida em três sub-lotes para serem utilizados durante todo experimento. Cada sub-lote foi armazenado à temperatura de -18°C até o momento de obtenção do extrato (SALEEM e ALDELAIFY, 1982). A obtenção do extrato foi feita segundo metodologia modificada de SINGH e SHUKLA (1984), obedecendo a proporção 1:1 (alho / água destilada).

Cada sub-lote de 10 Kg de alho estocado foi descascado e triturado, imediatamente, antes do preparo do extrato a ser aplicado em cada tratamento. O alho foi pesado e triturado com água, por cinco minutos em liquidificador industrial, até a formação de um homogenato. Este foi filtrado e prensado em dessorador de queijo, de modo a se obter o extrato. Em seguida foi acondicionado em bombonas, de 20L, com tampa rosqueável e estocado em geladeira à temperatura de 7°C até sua utilização. Esse período de estocagem não foi superior a 24 horas, seguindo recomendações de OLIVEIRA (1991). Prepararam-se soluções de extrato de alho para uso nos diferentes tratamentos nas seguintes concentrações: 5%; 10% e 15%.

3.3. Abate e resfriamento das carcaças de aves

Utilizaram-se 192 frangos, divididos em três repetições, que foram fornecidos pela Universidade Federal de Viçosa e abatidos no abatedouro da própria Universidade. O abate seguiu o seguinte fluxograma:



A escaldagem foi realizada em temperatura próxima a 55°C por 1 a 3 minutos. Depois de evisceradas, as carcaças foram colocadas em tanque de pré-resfriamento, contendo água à temperatura entre 20°C e 24°C. As carcaças permaneceram nesse tanque por cerca de uma hora. Para compor cada tratamento, 16 carcaças foram transferidas para caixas plásticas (polietileno de alta densidade - PEAD) atóxicas, contendo água e gelo, na proporção de 2:1, para manter a temperatura nos patamares desejados (0°C). Esse conjunto constituiu o tratamento controle (T0). Outros três conjuntos de 16 carcaças foram colocados, nas mesmas condições, em caixas PEAD contendo soluções de 5% (T5), 10% (T10) ou 15% (T15) de extrato de alho, preparado a partir do extrato de alho obtido conforme item 3.1. Como forma de garantir o abaixamento da temperatura das carcaças até 5°C no peito, estas foram levadas para uma câmara de refrigeração quando se encontravam com temperatura em torno de 10°C.

Na etapa seguinte, as carcaças foram embaladas em sacos de polietileno devidamente identificados e encaminhadas ao Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos e estocadas sob refrigeração ($\pm 4^\circ\text{C}$) até a realização das análises microbiológicas nos diferentes tempos de estocagem (3, 6 e 9 dias). As amostras correspondentes ao tempo 0, foram imediatamente conduzidas ao Laboratório de Microbiologia para análise.

3.4. Avaliação *in vitro* do desenvolvimento de *Salmonella* em peitos de frango tratados com diferentes concentrações de extrato de alho

Uma cultura pura de *Salmonella anatum* foi ativada em caldo BHI, por 48 horas a 35°C, por três vezes consecutivas, e diluída em água peptonada para alcançar população de 10^8 UFC/mL.

A preparação do extrato de alho seguiu a metodologia citada no item 3.2.

As amostras (2 g) de peito de frango, do qual desprezou-se a pele e uma fina camada superficial (± 3 mm), foram mergulhadas, durante 10 minutos, na solução bacteriana ativada. As amostras correspondentes ao tratamento 0% de extrato de alho foram imediatamente acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas sob refrigeração para serem avaliadas em diferentes tempos de estocagem (0, 3, 6 e 9 dias). As amostras restantes foram divididas em número igual de porções e mergulhadas durante 20 minutos nas soluções com diferentes concentrações de

extrato de alho, contemplando os tratamentos T5, T10, T15, conforme o item 3.3. Todo o preparo das amostras foi feito de forma asséptica.

Foi feita a pesquisa de *Salmonella* nos tempos 0, 3, 6 e 9 dias de estocagem. Para cada dia de amostragem, foram retiradas, aleatoriamente, três porções de peito de cada tratamento, nos quais fez-se uma rinsagem, por aproximadamente 1 minuto, com água peptonada (SARLIN et al., 1998). Foram feitas diluições decimais da água de rinsagem, tomando-se alíquotas para a contagem de *Salmonella*.

A contagem de *Salmonella* foi realizada pela inoculação, por espalhamento em superfície em meio seletivo Bismuto Sulfíto, de 0,1 mL de cada diluição decimal da água de rinsagem de cada tempo de estocagem. As placas assim inoculadas foram incubadas a 35°C por 48-72 horas, após o que se procedeu às suas contagens (APHA, 1992a).

3.5. Amostragem e preparo da amostra

Dentre as 16 carcaças que compunham cada tratamento, foram retiradas, aleatoriamente, a cada dia de amostragem, quatro carcaças. Uma após a outra foram colocadas em um mesmo saco plástico de polietileno contendo 250 mL de água peptonada promovendo-se a rinsagem, por agitação do conjunto, por cerca de 1 minuto (SARLIN et al. 1998).

Foram feitas diluições decimais da água de rinsagem, das quais se tomaram alíquotas decimais para a realização das contagens de coliformes totais e fecais, pesquisa de *Salmonella*, e contagem de mesófilos aeróbicos estritos e facultativos.

As análises microbiológicas foram realizadas em triplicata.

3.6. Análises microbiológicas

3.6.1. Da água do local de abate

Foram realizadas análises microbiológicas, com contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos e coliformes totais e fecais, na água usada no pré-resfriamento e nas águas do resfriamento após os diferentes tratamentos com extrato de alho, segundo metodologia descrita em APHA (1992b).

3.6.2. Das carcaças de frango

3.6.2.1. Coliformes totais e fecais

A contagem de coliformes totais e fecais foi realizada pela inoculação por espalhamento em superfície em meio seletivo Bile Vermelho Violeta (VRB) de 0,1 mL de cada diluição decimal da água de rinsagem de cada tempo de estocagem. As placas assim inoculadas foram incubadas a 35°C, durante 24 horas. As colônias típicas foram repicadas em estrias em placas com meio seletivo Eosina Azul de Metileno (EMB), incubando-se a 35°C, por 24 horas, para a confirmação de coliformes fecais (APHA, 1992a).

3.6.2.2. Mesófilos aeróbios estritos e facultativos

A contagem de mesófilos aeróbicos estritos e facultativos foi feita por contagem-padrão em placas, fazendo-se inoculação por *pour plate* em meio PCA e incubação a 35°C, por 48 horas (APHA, 1992a).

3.6.2.3. Salmonela

A pesquisa de *Salmonella* foi feita segundo metodologia recomendada pela APHA (1992a). Além das carcaças de frango, a ração oferecida às aves também foi avaliada quanto à presença de salmonela. No pré-enriquecimento, um volume de 25 mL da água de rinsagem de cada amostra foi adicionado a 225 mL de caldo lactosado. Esses homogenatos foram incubados a 37°C, por 24 horas. Desses caldos de pré-enriquecimento, foram transferidas duas alíquotas de 1 mL para tubos contendo 10 mL dos caldos Selenito Cistina e Rappaport, seguindo-se incubação a 37°C por 24 horas. A partir dos tubos inoculados de caldo Selenito Cistina e caldo Rappaport, foram feitas estrias compostas, com auxílio de uma alça de platina, em placas contendo ágar *Salmonella-Shigella* (SS) e Bismulto Sulfito. As placas foram incubadas a 37°C, por 24 horas, para isolamento de colônias típicas de *Salmonella*. Colônias típicas de *Salmonella*, selecionadas das placas de SS e Bismuto sulfito foram transferidas para tubos contendo ágar Tríplice Açúcar e Ferro (TSI), fazendo-se estrias ao longo da inclinação e em profundidade e inoculação em ágar Lisina Ferro (LIA) fazendo-se estrias em profundidade. Os tubos foram incubados a 37°C por 24 horas. A partir de tubos positivos para a prova em TSI, transferiu-se uma alçada do cultivo para tubos contendo caldo Uréia, incubando-se a 37°C por 24 horas.

3.6. Determinação da cor da pele de carcaças de frango submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de extrato de alho

A determinação da cor da pele das carcaças foi efetuada pela leitura direta de reflectância das coordenadas **L**, **a** e **b**, empregando a escala Hunter-lab, em espectrofotômetro Color Quest II Hunter Lab calibrado com as placas de referência branca (X = 81,12; Y = 85,99 e Z = 91,03) e cinza (X = 49,90 Y = 53,15 e Z = 55,05) e para o modo RSIN (reflectância especular incluída), sem o filtro UV. Todas as leituras foram armazenadas em um computador conectado ao espectrofotômetro e provido do sistema Software Universal. No preparo das amostras para serem avaliadas, retirou-se a pele do peito das carcaças de frango sendo esta colocada entre duas placas de vidro de borossilicato de cerca de 3 mm de espessura para a leitura dos valores de cor. Esta avaliação aconteceu cerca de 2 horas após o abate e resfriamento das aves.

A média dos valores **L** (claro/escuro), **a** (intensidade de vermelho/verde) e **b** (intensidade de amarelo/azul), para cada repetição, foi calculada a partir de leituras em triplicata, realizadas com a movimentação das placas de vidro na porta de reflectância do aparelho. Usando os dados obtidos do sistema Hunter-lab, calculou-se o ângulo de tonalidade (**h**), pela equação $h = \arctang(b / a)$, e a saturação (**c**), a partir da equação $c = (a^2 + b^2)^{1/2}$.

3.7. Avaliação dos resultados

O efeito de extrato de alho e do tempo de estocagem sobre a população de mesófilos, coliformes totais e fecais foi avaliado por análise descritiva das UFC (unidades formadoras de colônias). Já a população de *Salmonella* foi avaliada por análise descritiva, considerando a presença ou ausência.

No estudo *in vitro*, a população de *Salmonella* foi avaliada por análise descritiva dos valores das UFC (unidades formadoras de colônias).

A determinação da cor foi avaliada por análise descritiva dos valores de **L**, **a**, **b**, **c** e **h**.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação físico-química e microbiológica da água do abatedouro

O Quadro 1 apresenta as análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água coletadas no abatedouro da Universidade Federal de Viçosa. A temperatura da água analisada situava-se entre 20°C e 24°C. Comparando os resultados das análises de água com os parâmetros da Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, de 29 de dezembro de 2000 (BRASIL, 2000), que trata da qualidade da água potável (Quadro 1), observa-se que a água fornecida ao abatedouro apresentou contagem de coliformes totais acima do padrão permitido pela legislação. Os demais parâmetros encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela referida Portaria.

As qualidades físico-químicas e microbiológicas da água devem ser controladas de modo que não interfiram na qualidade do produto final, uma vez que ela participa de todas as etapas do processamento de alimentos, incluindo a limpeza, sanitização de equipamentos e utensílios e higiene de manipuladores.

O fato da água apresentar presença de coliformes totais pode comprometer a qualidade das carcaças processadas.

É imprescindível que a água usada na indústria de alimentos receba tratamento correto para mantê-la dentro de padrões microbiológicos adequados. Assim, a água industrial deve receber um tratamento de desinfecção para eliminar microrganismos indesejáveis, uma vez que o armazenamento, a sedimentação, a

coagulação química e a filtração diminuem o número de bactérias presentes na água industrial, mas não podem ser considerados eficientes na remoção de bactérias. Daí, a necessidade fundamental da desinfecção da água, sendo o desinfetante de uso geral o cloro (ANDRADE e MACÊDO, 1995).

Quadro 1- Análises físico-química e microbiológica da água do abateduro

Parâmetros	Padrão*	Água de abastecimento
Dureza**(mg/L)	500	36
pH	6,5 – 8,5	6,43
Acidez*** (mg/L)	5 – 20	17,39
Alcalinidade** (mg/L)	10 – 50	46,07
Cloreto**** (mg/L)	250	24,36
Cloro***** (mg/L)	<2	Ausência
Coliformes totais (NMP)	<2	43/ 100mL
Coliformes fecais (NMP)	<2	<2

* Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde e recomendações práticas (informação pessoal).

** expressa em CaCO₃, *** expressa em CO₂, **** expressa em NaCl,

***** expressa em Cl₂

4.2. Avaliação microbiológica da água usada no pré-resfriamento das carcaças e da água usada no resfriamento contendo diferentes concentrações de extrato de alho

Pelo Quadro 2, pode-se observar a incidência e a quantidade de microrganismos presentes na água do pré-resfriamento e do resfriamento. Com relação a esse aspecto, tal disseminação é fortemente influenciada pelos cuidados higiênicos observados nas diferentes etapas do abate das aves e também pode ser afetada pelas condições de manejo durante a criação (SILVA, 1998).

A temperatura da água usada no pré-resfriamento das carcaças foi de 20°C e para o resfriamento foi 0°C. A diferença de temperatura entre essas duas etapas se deve a que, uma vez que as carcaças são submetidas a um aquecimento durante a escaldagem, seu resfriamento deve se dar de modo gradual para evitar problemas como a perda de maciez no músculo peitoral (BERAQUET, 1990).

Quadro 2 - Análises microbiológicas da água do pré-resfriamento e da água de resfriamento com diferentes concentrações de extrato de alho.

Amostras	Mesófilos aeróbios*	Coliformes totais*	Coliformes fecais*
Água de abastecimento	-	43/ 100 mL**	< 2
Água pré-resfriamento	1,0 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁴	5,6 x 10 ³
Água resfriamento 0% extrato de alho	1,8 x 10 ⁴	5,0 x 10 ³	< 1
Água resfriamento 5% extrato de alho	1,2 x 10 ⁴	< 1	< 1
Água resfriamento 10% extrato de alho	1,1 x 10 ⁴	< 1	< 1
Água resfriamento 15% extrato de alho	9,8 x 10 ³	< 1	< 1

* UFC/mL, ** NMP

Os resultados encontrados nas análises microbiológicas indicam que a fonte de contaminação de ambas as águas foram as próprias aves. Nessa etapa, pode ocorrer, freqüentemente, a contaminação cruzada das carcaças. As carcaças mais contaminadas devido, provavelmente, a algum problema nas diferentes etapas envolvidas desde o manejo até o abate, especialmente durante a etapa de evisceração, podem contribuir com uma carga microbiana elevada na água de pré-resfriamento e, posteriormente, causar a contaminação de outras carcaças.

Pelos resultados encontrados, pode-se observar um maior número de microrganismos na água de pré-resfriamento quando comparado à água de resfriamento. Isto pode ser devido ao efeito da rinsagem das carcaças, aliado a uma maior temperatura da água de pré-resfriamento, que favoreceu em maior grau à lixiviação (Quadro 2). Resultados semelhantes foram observados por BLANK e POWELL (1995) que mostraram que a água de resfriamento apresentava menor contagem de aeróbios e coliformes quando comparada à água do pré-resfriamento.

Para reduzir a contaminação cruzada, deve-se adotar a cloração (2 a 5 ppm – BERAQUET, 1990), com o teor de cloro residual constantemente corrigido ao longo do período de resfriamento das carcaças como meio de manter sua efetividade. Esta recomendação se baseia no fato de que ao combinar com a matéria orgânica, o cloro

é rapidamente inativado e perde eficiência (ICMSF, 1998). Sendo esta uma técnica difícil de ser realizada na indústria avícola, adota-se, portanto, a renovação da água ao longo do processamento, usando-se 2L água/ave na etapa de pré-resfriamento e 1,5L água/ave na etapa de resfriamento (BERAQUET, 1990).

Os resultados obtidos ao se fazer a análise microbiológica das águas de resfriamento das carcaças mostraram que, apesar de não ter sido feita a cloração ou a correção do teor de cloro na água de resfriamento ao longo do processamento, o uso de 5% de extrato de alho mostrou-se efetivo contra o crescimento de coliformes totais e fecais na água, minimizando desta forma a contaminação cruzada de carcaças.

O número de mesófilos aeróbios permaneceu inalterado nas concentrações de 5, 10 e 15% demonstrando a baixa efetividade do extrato de alho na água de resfriamento sobre esta microbiota.

4.3. Efeito de diferentes concentrações do extrato de alho sobre o crescimento de mesófilos ao longo do período de estocagem, nas carcaças de frango

O Quadro 3 mostra o crescimento da microbiota mesofílica aeróbia em carcaças de frango resfriadas e tratadas com diferentes concentrações de extrato de alho. No tempo 0 de amostragem, nota-se que mesmo para as maiores concentrações de extrato de alho usadas, a redução no número de células viáveis desta microbiota foi de 0,04; 0,31 e 0,51 ciclos logarítmicos para as concentrações de 5, 10 e 15% respectivamente, quando comparado com 0% de extrato de alho. Decorridos 3 dias de estocagem à temperatura de refrigeração, pode-se observar que não houve alteração na microbiota, isto é, o número de células viáveis detectadas nas carcaças manteve-se no mesmo patamar (Quadro 3). Isto parece indicar que o fator temperatura e o efeito das diferentes concentrações de extrato de alho estudadas permitiram manter estável a qualidade microbiológica existente originalmente nas carcaças (Tratamento 0 % extrato de alho).

Quadro 3 - Evolução da microbiota mesofílica em carcaças de frango resfriadas, submetidas a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem

Concentração extrato alho (%)	UFC/ ml			
	0	3	6	9
0	$8,9 \times 10^4$	$7,2 \times 10^4$	*	*
5	$8,2 \times 10^4$	$6,3 \times 10^4$	$8,3 \times 10^6$	*
10	$4,4 \times 10^4$	$5,6 \times 10^4$	$2,2 \times 10^6$	$1,9 \times 10^8$
15	$2,7 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$2,0 \times 10^6$	$1,7 \times 10^8$

* amostra já se apresentava nitidamente alterada, com presença de odor desagradável e limosidade.

Após 6 dias de estocagem, as carcaças não tratadas com extrato de alho (0% de extrato de alho) foram descartadas sem serem analisadas microbiologicamente, pois apresentavam forte odor pútrido e aparência viscosa repugnante. A presença de odores é perceptível quando o crescimento bacteriano supera a ordem de 10^6 UFC/g, sendo que após este período de tempo, a superfície da carne se torna viscosa, apresentando um visual desagradável (FRAZIER, 1978). Segundo JAY (1992), a formação de limosidade na superfície de carcaças de aves frescas se deve ao favorecimento do crescimento de bactérias aeróbias mantidas em um ambiente de alta umidade.

Decorridos 6 dias de estocagem, constatou-se que ocorreu uma retomada do crescimento da microbiota em carcaças submetidas a todos os tratamentos, sendo este crescimento menos intenso à medida que se aumentava a concentração do extrato de alho (Quadro 3). Apesar da microbiota atingir valores de 10^6 UFC/ mL, ainda não se observava odor pútrido nem presença de viscosidade na superfície das carcaças.

No 9º dia de estocagem, as carcaças tratadas com 5% de extrato de alho foram igualmente descartadas, pois também desenvolveram forte odor pútrido e limosidade superficial. Nesse tempo de amostragem, não foi possível observar

diferença evidente na contagem bacteriana entre os tratamentos 10% e 15% (Quadro 3).

Os resultados obtidos mostraram que se pode atribuir ao extrato de alho uma ação bacteriostática até o 3º dia de estocagem. O efeito bacteriostático, e não bactericida, do extrato de alho está de acordo com os resultados obtidos, *in vitro*, por CAVALLITO e BAILEY (1944). Sugere-se que o efeito bacteriostático possa ser atribuído à alicina, a qual pode ter interferido no metabolismo bacteriano, comprometendo o desenvolvimento dos microrganismos. Resultados semelhantes foram apresentados por BARONE e TANSEY (1977) e KIRUBAHARAN et al. (1999), *in vitro*. A partir do 6º dia de estocagem, ocorreu um aumento da microbiota mesofílica aeróbia que pode estar relacionado à perda do efeito bacteriostático do extrato de alho ao longo do tempo de estocagem (OLIVEIRA, 1991).

Aparentemente, o alho exerceu um papel seletivo na microbiota uma vez que mesmo tendo atingido valores acima de 10^6 UFC/ mL, aos 6 dias de estocagem, as carcaças tratadas ainda não apresentavam características de aparência e odor que impedissem sua manipulação.

4.4. Efeito de diferentes concentrações do extrato de alho sobre o crescimento de coliformes totais e fecais em carcaças de frango ao longo do período de estocagem

Pode-se observar que as carcaças não tratadas com extrato de alho (0%) e as tratadas com 5% de extrato de alho apresentaram contagem de coliformes totais no tempo 0 de estocagem na ordem de 10^4 UFC/mL. Os tratamentos com 10 e 15% de extrato de alho mostraram-se mais efetivos, apresentando uma redução de 0,94 e 1,49 ciclos logarítmicos, respectivamente, com relação ao tratamento 0% (Quadro 4).

As contagens de coliformes fecais para esse período de estocagem (tempo 0) se encontravam na ordem de 10^3 UFC/mL. Pelos resultados encontrados para esse grupo de bactérias, as diferentes concentrações de extrato de alho não se mostraram efetivas, isto é, não foi possível observar reduções evidentes no número de células viáveis entre os tratamentos (Quadro 5).

Quadro 4 - Evolução da microbiota de coliformes totais em carcaças de frango resfriadas submetidas a diferentes concentrações do extrato de alho ao longo do período de estocagem

Concentração extrato alho (%)	UFC/ mL			
	0	3	6	9
0	$7,2 \times 10^4$	$5,4 \times 10^4$	*	*
5	$2,1 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$	*
10	$8,2 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$
15	$2,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$

* amostra já se apresentava nitidamente alterada, com presença de odor desagradável e limosidade.

Após 3 dias de estocagem, pode-se verificar que o uso do extrato de alho possibilitou manter baixo o número de células viáveis de coliformes totais e fecais, sendo que, para a microbiota de coliformes totais, as carcaças tratadas com 5, 10 e 15 % apresentaram reduções na carga microbiana de 1,23; 1,35 e 1,61 ciclos logarítmicos, respectivamente, em relação ao tratamento com 0% de extrato de alho, no tempo 3 (Quadro 4). As reduções no crescimento dos coliformes fecais, nas concentrações de 5, 10 e 15% quando comparadas às carcaças não tratadas com extrato de alho (0%), no tempo 3, foram de 0,70; 0,70 e 1,02 ciclos logarítmicos, respectivamente (Quadro 5).

Os resultados indicam que a incidência de coliformes totais pode estar associada à presença dos mesmos na carcaça, em decorrência de falhas higiênicas durante o processamento. Em carcaças não tratadas com extrato de alho, coliformes totais e fecais encontraram condições para crescer, principalmente, pelo fato de que a carne constitui um excelente meio de crescimento. O extrato de alho usado no tratamento das carcaças atuou como barreira dificultando o aumento no número desses microrganismos.

Quadro 5 - Evolução da microbiota de coliformes fecais em carcaças de frango resfriadas submetidas a diferentes concentrações do extrato de alho ao longo do período de estocagem.

Concentração extrato alho (%)	UFC/ mL			
	0	3	6	9
0	$5,5 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	*	*
5	$5,5 \times 10^3$	$5,2 \times 10^2$	$4,5 \times 10^2$	*
10	$3,9 \times 10^3$	$5,2 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$
15	$1,4 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$

* amostra já se apresentava nitidamente alterada, com presença de odor desagradável e limosidade.

A enumeração por *Enterobacteriaceae* faz parte do monitoramento da qualidade microbiológica de alimentos. A contaminação por *Enterobacteriaceae* em carcaças de aves abatidas sob condições higiênicas adequadas é normalmente baixa. Entretanto, durante a estocagem sob refrigeração esses números poderão sofrer alterações, como resultado da proliferação de espécies psicotróficas (ZEITOUN et al., 1994).

No período de 6 dias de estocagem, as carcaças não tratadas com extrato de alho foram descartadas por apresentarem odor pútrido e aparência viscosa. O mesmo procedimento foi feito para as carcaças tratadas com 5% de extrato de alho, no tempo 9 de estocagem. Ao avaliar a microbiota de coliformes totais e fecais nos dias de amostragem subseqüentes, pode-se observar que o número de células viáveis manteve-se, aproximadamente, constante.

Os dados obtidos indicam que as concentrações de 10 e 15% de extrato de alho foram mais efetivas na redução do crescimento e na estabilização da microbiota estudada (Quadros 4 e 5). Estes resultados são confirmados pela literatura, onde estudos *in vitro* mostram que o aumento na concentração do extrato de alho leva a um decréscimo na contagem bacteriana (EL-ZEINI e ATTA, 1997). Esta eficiência se fez mais evidente para concentração de 10%, uma vez que acima deste valor

pouca diferença foi observada na contagem. Também pôde-se observar que o uso do extrato de alho permitiu aumentar a vida útil do produto para 9 dias.

4.5. Avaliação da qualidade microbiológica da ração

Há indicação de presença de salmonela na ração oferecida às aves usadas neste estudo. A contaminação da ração animal tem sido reconhecida como fonte primária de infecção nos animais, originando grande número de portadores clinicamente sadios potenciais disseminadores de salmonela e possíveis contaminantes de carcaças (SILVA, 1998).

Estudos referentes à presença de bactérias patogênicas em produtos de origem animal indicam, particularmente, as farinhas de carne e seus similares como excelentes veiculadores de microrganismos do gênero *Salmonella* (BERCHIERI JÚNIOR, et al. 1984, BERCHIERI JÚNIOR et al., 1989).

BERCHIERI JÚNIOR et al. (1989) observaram que 14% das amostras de farinha de carne e 4% das amostras de farinha de penas destinadas à fabricação de ração estavam contaminadas com salmonela. As demais matérias-primas (farinha de sangue, farinha de peixe, farinha de ovo e farinha de vísceras) apresentaram um percentual de positividade baixo.

As farinhas de origem animal são constantemente mencionadas como as principais fontes de transmissão de salmonela para as rações e, conseqüentemente, para as aves. Elas se contaminam após a saída dos digestores por falha de manipulação/higiene ou contaminação cruzada entre a planta de abate e a graxaria (SANTOS, 1998).

As medidas de controle para evitar contaminação da ração podem ser exercidas através da sanitização de todo equipamento responsável pela mistura, estocagem e transporte da ração. Devem ser realizados limpeza, higiene e correto manuseio dos equipamentos de distribuição, comedouros e bebedouros, no período de criação. Cuidados com higiene pessoal, sapatos, roupas e mãos de tratadores, principalmente, se não forem exclusivos da área, devem ser constantemente renovados, bem como proibida a circulação entre lotes de aves de idades diferentes (SANTOS, 1998).

4.6. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre o crescimento de salmonela ao longo do período de estocagem

4.6.1. Avaliação *in vitro* da presença de *Salmonella anatum* em peitos de frango

Pelo Quadro 6, pode-se verificar o comportamento da estirpe de *S. anatum* frente a diferentes concentrações de extrato de alho. Observou-se, ao longo do período de estocagem, que as diferentes concentrações de extrato de alho não foram capazes de inibir a multiplicação do patógeno.

Quadro 6 - Evolução *in vitro* da microbiota de *S. anatum* em peito de frango resfriado submetido a diferentes concentrações de extrato de alho ao longo do período de estocagem

Concentração extrato alho(%)	UFC/ mL			
	0	3	6	9
Inóculo	$6,9 \times 10^6$	*	*	*
0	$6,3 \times 10^3$	$5,1 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	$9,1 \times 10^5$
5	$4,3 \times 10^3$	$4,2 \times 10^4$	$9,4 \times 10^4$	$4,4 \times 10^5$
10	$3,2 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$	$3,4 \times 10^5$
15	$3,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^4$	$6,3 \times 10^4$	$2,8 \times 10^5$

4.6.2. Avaliação da presença do gênero *Salmonella* em carcaças de frango resfriadas

Nas amostras avaliadas no tempo 0 de estocagem, verificou-se a presença do patógeno em todos os tratamentos estudados.

Após 3 dias de estocagem sob temperatura de refrigeração, observou-se a persistência do grupo de salmonela nas carcaças tratadas com 0, 5 e 10% de extrato de alho. Estes resultados indicam que essas concentrações de extrato de alho não inibiram o desenvolvimento das salmonelas que já estavam presentes nas carcaças. A fonte de contaminação pode ter sido a ração oferecida às aves, uma vez que esta se encontrava contaminada com este patógeno, ou equipamentos e superfícies de processamento. Nas aves contaminadas, os cecos são os locais primários de localização de salmonela, e a cropofagia anterior ao abate é um dos meios de

contaminação cruzada (SANTOS, 1998). SANTOS (1998) observou que a imersão no tanque de escaldagem, a passagem pela depenadeira e a evisceração manual e mecânica resultam na transferência e na multiplicação de salmonelas nas carcaças. Devido a tais peculiaridades no abatedouro, as bactérias disseminam-se facilmente no ambiente comprometendo a qualidade das carcaças e também a dos subprodutos que entram na composição das rações animais. Em vista disto, o uso de técnicas tradicionais no abate e no processamento de aves não tem conseguido evitar carcaças positivas para salmonelas, já que as aves infectadas são trazidas até o interior do abatedouro contribuindo assim para a contaminação cruzada.

Ainda no período de 3 dias de estocagem, nas carcaças tratadas com 15% de extrato de alho não foi possível isolar o microrganismo.

Em semelhança ao procedimento realizado nas análises anteriores, as carcaças não tratadas com extrato de alho foram descartadas após 6 dias de estocagem, devido à presença de odor e limosidade.

Decorridos 6 dias de estocagem, não foram isoladas salmonelas nos diferentes tratamentos avaliados.

No 9º dia de estocagem, carcaças tratadas com 5% de extrato de alho foram também descartadas devido a presença de odores e viscosidade. Nesse tempo de estocagem, não foi detectada a presença de salmonelas nos tratamentos 10 e 15%.

A ausência desse patógeno nos períodos de 6 e 9 dias de estocagem pode estar associada à maior incidência de outros microrganismos nas carcaças favorecendo uma competição entre os diferentes grupos. Assim, o desenvolvimento de salmonelas ficou limitado por serem esses microrganismos considerados maus competidores.

Pode-se sugerir que o alho não foi efetivo em inibir o desenvolvimento de salmonela, uma vez que, a ausência do patógeno nas carcaças tratadas com 15% de extrato de alho não significa que o mesmo não esteja presente. Estes resultados contrariam os resultados encontrados por KUMAR E BERWAL (1998), onde os autores, em estudos *in vitro*, citam que a concentração de 10% foi suficiente para inibir o crescimento do patógeno. Sugere-se que a diminuição do efeito inibidor do extrato de alho sobre o crescimento de salmonela pode estar relacionada a uma provável adaptação do microrganismo à presença do agente inibidor. Resultados semelhantes foram observados por ZAIKA e KISSINGER (1981), onde culturas

láticas desenvolveram mecanismos de adaptação ao efeito tóxico de diferentes condimentos avaliados.

4.7. Efeito de diferentes concentrações de extrato de alho sobre a cor da pele de carcaças de frango

Observou-se que as carcaças que não foram tratadas com extrato de alho (0%), apresentavam-se mais pigmentadas (Figura 1). Já as carcaças tratadas com 5, 10 e 15% de extrato de alho sofreram uma descoloração na cor da pele, quando comparada com aquelas não tratadas com extrato de alho.

O ângulo de tonalidade encontrado nas amostras de pele de frangos tratados com diferentes concentrações de extrato de alho situava-se no 4º quadrante em função dos valores negativos apresentados. Visando evitar erros de interpretação no sólido de cor, corrigiu-se esses ângulos, passando-os para o 2º quadrante tendo em vista que o ângulo 0º é fixado no eixo horizontal com + a (vermelho) e aumenta no sentido anti-horário, com 90º sendo + b (amarelo), 180º sendo - a (verde) e 270º sendo - b (azul). As interpretações das tonalidades podem ser feitas da seguinte maneira: vermelho (0º a 25º), laranja (25º a 70º) e amarelo (70º a 100º) (QUINDICI, 199_).

Verificou-se (Quadro 7) que a variação nos valores de **L** foi pouco evidente entre os diferentes tratamentos. No entanto, notou-se que houve uma variação nos valores de **a** causando, assim, uma mudança visual na aparência das carcaças. Nas carcaças não tratadas com extrato de alho (0%), os valores de **a** apresentaram-se positivos indicando cor vermelha, enquanto que nos demais tratamentos os valores de **a** passaram de levemente positivo para levemente negativo, indo em direção à cor verde. Os valores de **b** também variaram pouco, sendo o índice de amarelo levemente acrescido com adição do extrato de alho. A partir dos valores de **c** notou-se que a adição do extrato de alho aumentava a intensidade de amarelo. Considerando os valores de **h** corrigido, observou-se que a cor da pele de carcaças de frango tratadas e não tratadas com extrato de alho se encontravam na faixa do amarelo. Ressalta-se apenas que a cor da pele das carcaças não tratadas com extrato de alho encontrava-se mais próxima do laranja.

Quadro 7 – Média dos valores de L, a, b, c e h para as diferentes concentrações de extrato de alho.

Concentrações extrato alho	L	a	b	c	h	h corrigido
0%	63,433	1,670	9,440	9,580	79,960	-
5%	63,294	- 0,858	11,880	11,910	-85,850	94,150
10%	64,094	- 1,144	11,558	11,630	-84,350	95,650
15%	63,747	- 1,172	11,710	11,782	-84,090	95,910

FLETCHER (1999) relatou que a cor da pele das aves é dependente da capacidade genética das mesmas em produzir pigmentos de melanina na derme e na epiderme, e na habilidade genética em absorver depósitos de pigmentos carotenóides na epiderme. Sugere-se, então, que as alterações visuais da coloração observadas nas carcaças tratadas com extrato de alho, possivelmente, se devem à interação de alguma substância naturalmente presente no extrato de alho, como o grupo SH, com os pigmentos da carcaça, uma vez que tais carcaças foram submetidas à mesma temperatura de escaldagem. Outro fator pode estar associado a não utilização de insensibilização, o que levou a uma má sangria ficando o sangue retido na pele (como observado nas carcaças não tratadas com extrato de alho). Ao tratar as carcaças com extrato de alho, substância naturalmente presente no mesmo, como, por exemplo, as que possuem grupo SH, pode ter causado a oxidação da hemoglobina causando esta descoloração das carcaças. LIU e CHEN (2001) relataram que as mudanças na cor da pele de aves podem estar relacionadas à desnaturação de proteínas, e a descoloração pode ser devida à oxidação do grupo heme.

Em ensaios preliminares, foi realizado teste de aceitação das carcaças tratadas com diferentes concentrações de extrato de alho. Pode-se observar que essas concentrações utilizadas não influenciaram significativamente ($p > 0,05$) na aceitabilidade das amostras de frango. Os termos hedônicos em que as amostras se situaram foram gostei ligeiramente e gostei moderadamente.

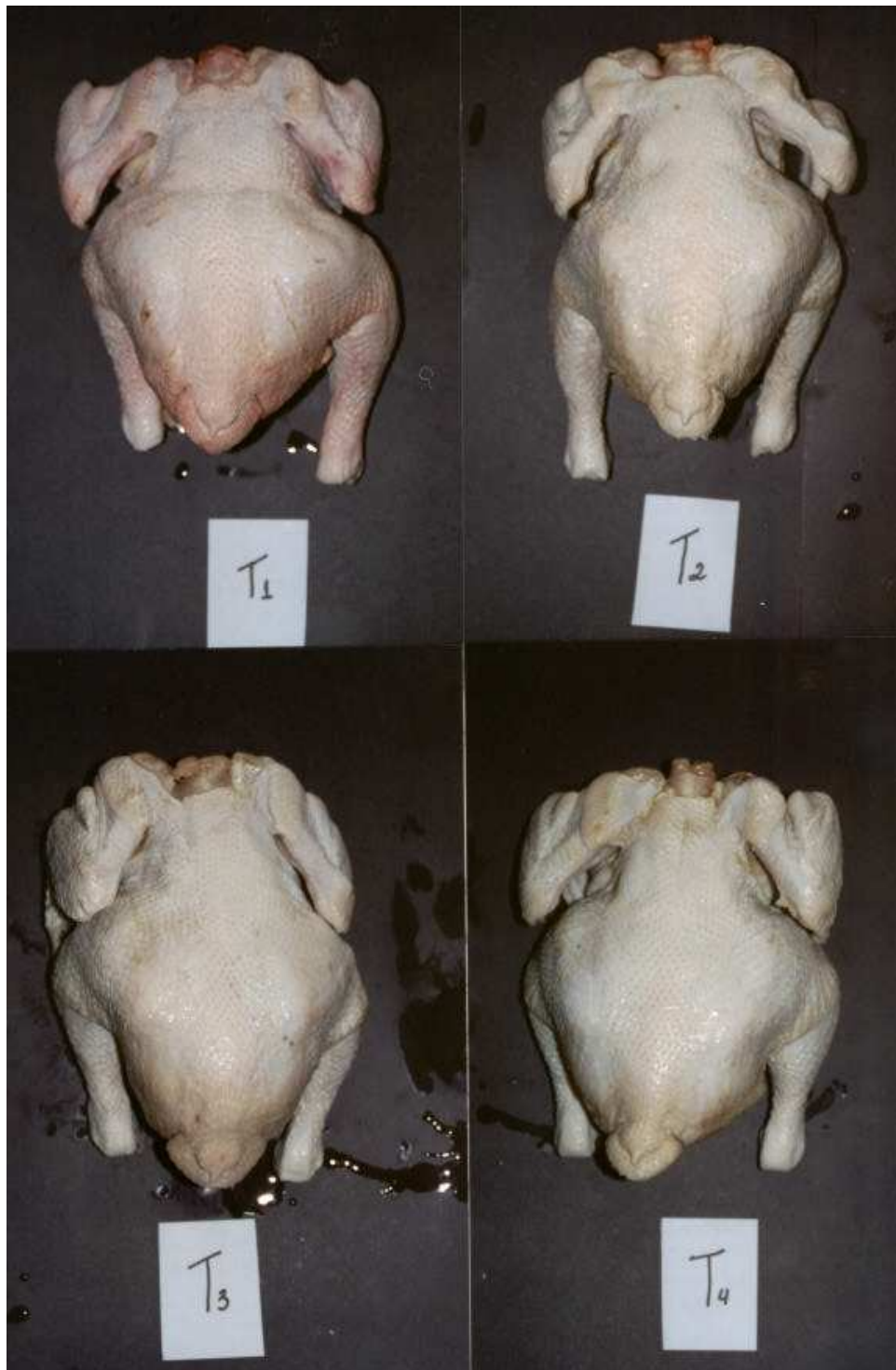


Figura 1 - Diferenças de coloração da pele de carcaças tratadas com diferentes concentrações de alho (T1 - 0%; T2 - 5%; T3 - 10% e T4 - 15%).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliou-se o efeito das diferentes concentrações de extrato aquoso de alho adicionadas na água de resfriamento no controle de coliformes totais e fecais, mesófilos aeróbios estritos e facultativos e *Salmonella*.

Constatou-se, com 0 dias de estocagem, que mesmo para as maiores concentrações de extrato de alho usadas, a redução no número de células viáveis dessa microbiota foi de 0,04; 0,31 e 0,51 ciclos logarítmicos para as concentrações de 5, 10 e 15%, respectivamente, quando comparado com 0% de extrato de alho. Após 3 dias de estocagem à temperatura de refrigeração, não se constatou diferença nos números dessa microbiota. Entretanto, com 6 dias de estocagem, observou-se que ocorreu uma retomada do crescimento da microbiota em carcaças submetidas a todos os tratamentos, sendo este crescimento menos intenso à medida que se aumentava a concentração do extrato de alho. Com 9 dias de estocagem, não houve diferença evidente no número de mesófilos aeróbios nas amostras tratadas com 10% e 15% de extrato de alho.

As carcaças não tratadas com extrato de alho (0%) e as tratadas com 5% de extrato de alho apresentaram contagem de coliformes totais e fecais na ordem de 10^4 e 10^3 UFC/mL, respectivamente. Após 3 dias de estocagem, observou-se que o uso do extrato de alho possibilitou manter baixo o número de células viáveis de

coliformes totais e fecais. Nos períodos de 6 e 9 dias de estocagem, observou-se que as contagens de coliformes totais e fecais permaneceram inalteradas.

Na avaliação *in vitro* do desenvolvimento de *S. anatum* observou-se, ao longo do período de estocagem, que as diferentes concentrações de extrato de alho não foram capazes de inibir o crescimento do patógeno.

Há indicação da presença de salmonela nas carcaças analisadas no período de 0 e 3 dias de estocagem. Somente nas carcaças tratadas com 15% de extrato de alho no período de 3 dias de estocagem, não foi possível identificar esse patógeno. Nos períodos de 6 e 9 dias, não foi detectada a presença de *Salmonella* em nenhum dos tratamentos.

Avaliando a influência do tempo de estocagem nas carcaças tratadas com 0, 5, 10 e 15% extrato de alho, notou-se que as concentrações de 10 e 15% de extrato de alho apresentaram melhores resultados no que diz respeito ao controle do crescimento microbiano, ressaltando-se que, a partir do 6º e 9º dia de estocagem, ocorreu a retomada de crescimento para o grupo de mesófilos.

Como as reduções no crescimento bacteriano dos microrganismos testados nas concentrações de 10 e 15% de extrato de alho não se diferenciaram muito, sugere-se que as concentrações entre 5% e 10% podem ser adotadas no tratamento de carcaças resfriadas.

Conclui-se que o extrato de alho pode ser usado na água do tanque de resfriamento como alternativa para reduzir a contaminação bacteriana permitindo aumentar a vida-de-prateleira das carcaças de frango, apesar de ter causado uma descoloração da pele das carcaças, podendo desta forma comprometer a aparência do produto dependendo do público consumidor alvo. Em termos sensoriais, o extrato de alho não influenciou o sabor do produto. Pode-se, então, elaborar estratégias visando trabalhar a opinião do consumidor em relação à nova coloração do produto evitando, assim, que a aparência comprometa sua comercialização.

Sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas no sentido de isolar e quantificar tanto a alicina quanto outras possíveis substâncias presentes no alho, bem como seu mecanismo de ação sobre os diferentes grupos microbianos presentes nos alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P.F.; SILVA, E.N. Estudos sobre o controle e disseminação bacteriana em carcaças de frangos de abatedouros industriais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.44, n. 2, p. 105 -120, 1992.

ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A.B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 1996. 182p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2. ed. Washington, DC, 1992a. 914p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18°. ed. Washington, DC, 1992b. 1014p.

APPLETON, J.; TANSEY, M.R. Effect of garlic extract on fungal growth. Paper presented at a meeting of the Indiana State Branch, American Society for Microbiology at Indiana State University; Terre Haute, Indiana; 15 março de 1975.

ARORA, D.S.; KAUR, J. Antimicrobial activity of spices. **International Journal of Antimicrobial Agents**, Amsterdam Netherlands, v. 12, p. 257-262, 1999.

AYRES, J.C.; WALTER, H.N.; FANELLI, M.J.; KING, A. W.; THOMAS, F. Use of antibiotics in prolonging storage life of dressed chicken. **Food Technology**, Chicago, ILL, v. 10, n. 11, p. 563-567, 1956.

BAILEY, J.S.; THOMSON, J.E.; COX, N.A. Contamination of poultry during processing. In: CUNNINGHAM, N.A. **The microbiology of poultry meat products**. Cox. Orlando: Academic Press, 1987. p. 193 - 211.

BARA, M.T.F.; VANETTI, M.C.D. Antimicrobial effects of spices on the growth of *Yersinia enterocolitica*. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 3, n. 4, p.51 – 58, 1995.

BARNES, E.M. Personal recollections of developments in food microbiology. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 75, p. 5 - 12, 1994.

BARONE, F.E.; TANSEY, M.E. Isolation, purification, identification, synthesis and kinetics of acidity of the candidal component of *Allium sativum*, and a hipotesis for its mode for action. **Mycologia**, New York, v. 69, n. 4, p. 793-825, 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 1469, de 29 de dezembro de 2000, Normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial** (da República Federativa do Brasil), Brasília.

BERAQUET, N. Operações e controles em abatedouros de aves. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, SP, n. 162, p. 19 – 24, 1990.

BERCHIERI JÚNIOR, A.; IRINO, K.; NEME, S.N. Contaminação por *Salmonella* em farinhas de origem animal utilizadas no preparo de rações. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 83-85, 1984.

BERCHIERI JÚNIOR, A.; ADACHI, S.Y.; CALZADA, C.T.; PAULILLO, A.C.; SCHOKEN-ITURRINO, R.P.; TAVECHIO, A.T. Farinha de carne como fonte de *Salmonella* em granja avícola. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.9, p. 9-12, 1989.

BLANK, G.; POWELL, C. Microbiological and hydraulic evaluation of immersion chilling for poultry. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 58, n. 12, p. 1386 – 1388, December, 1995.

BOLDER, N.M. The microbiology of the slaughter and processing of poultry. In: DAVIES, A.; BOARD, R. **The Microbiology of Meat and Poultry**. Blackie Academic & Professional, 1999, chapter 5, p. 158 – 171.

BREWSTER, J.L.; RABINOWITCH, H.D. Garlic agronomy. In: BREWSTER, J.L.; RABINOWITCH, H.D. **Onions and allied crops**, v. 3 CRC Pres, Boca Ration, Florida, 1990, 200p.

BULLERMAN, L.B.; LIEN, F.Y.; SEIER, S.A. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oil, cinnamic aldehyde and eugenol. **Journal Food Science**, Chicago I.L, v.42, n. 4, p. 1107-1109, 1977.

CARMO, C.A.C. **Inibição do crescimento de *Listeria*, por culturas lácticas e condimentos, em salame tipo italiano**. 1999. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAVALLITO, C.J.; BAILEY, J.H.; Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. **Journal of American Chemical Society**, Massachusetts, v.66, p. 1950-1952, January, 1944.

CHANG, S.S.; OSTRIC-MATIJEVIC, B.; HSIEH, O.A.L.; HUANG, C.L. Natural antioxidants from rosemary and sage. **Journal Food Science**, Chicago I.L, v. 42, n. 4, p. 1102-1106, july/august, 1977.

CONNER, D.E.; BEUCHAT, L.R. Effects of essential plants on growth of food spoilage yeast. **Journal Food Science**, Chicago I.L, v. 49, n. 2, p. 429 - 434, march/april, 1984.

COX, N.A.; MERCURI, A.J.; JUVEN, B.J.; THOMPSON, J.E. *Enterobacteriaceae* at various stages of poultry chilling. **Journal Food Science**, Chicago, I.L, v. 40, n. 1, p. 44-46, January/February, 1975.

CUNNINGHAM, N.A. Types of microorganisms associated with poultry carcasses. In: CUNNINGHAM, N.A. **The microbiology of poultry meat products**. Cox. Orlando: Academic Press, 1987. chapter 3, p.29 – 42.

DELAZARI, I. **Microbiologia de carnes - microrganismos causadores de deterioração da carne e produtos cárneos**. CTC - ITAL, Campinas, p. 30 – 32, Nov/dez 1978.

DICKSON, J.S.; ANDERSON, M.E. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 55, n. 2, p.133 - 140, February, 1992.

ELLMORE, G.S.; FELDBERG, R.S. Allin lyase localization in bundle sheaths of the garlic glove (*Allium sativum*). **American Journal of Botany**, Neil Avenue, Columbus, v.81, n. 1, p. 89 - 94, January, 1994.

EL-ZENI, S.; ATTA, A.H. Antibacterial and antioxidant effect of crude garlic extract in meat. **Veterinary Medical Journal Giza**. v. 45, n. 1, p. 37-45, 1997.

FARBOOD, M.J.; MACNEIL, J.H.; OSTOVAR, K. Effect of rosemary spice extractive on growth of microorganisms in meat. **Journal of Milk Food and Technology**, Alban, N.Y, v. 39, n. 10, p. 675-679, October, 1976.

FLETCHER, D.L. Poultry meat colour. In: RICHARDSON, R.I.; MEAD, G.C. **Poultry Meat Science**. CABI Publishing, 1999, v. 25, chapter 6, p. 159 - 177.

FRAZIER, W.C. **Microbiología de los alimentos**. 2º Ed.; Zaragoza, España; Acribia, 1978, 511 p.

GÓMEZ, E.; ANGULO, R. El Ajo Antimicrobiano: Experimentacion *in vitro*. **Alimentaria**, Madrid, Spain, p. 95-98, Outubre, 1998.

GUTHERTZ, L.S.; FRUIN, J.T.; SPICER, D.; FOWLER, J.L. Microbiology of fresh comminuted turkey meat. **Journal of Milk Food Technology**, Alban, N.Y, v.39, n. 12, p. 823 - 829, December, 1976.

HAYES, P. R. Food Microbiology and Hygiene. In: **Microbiological examining methods**. 2º ed. London. p. 195-199. 1995.

HEFNAWY, Y.A.; MOUSTAFA, S.I.; MARTH, E.H. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to selected spices. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 56, n. 10, p. 876 - 878, October, 1993.

INTERNATIONAL COMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS – ICMSF. Carne de aves y productos derivados. **Ecología microbiana de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, v. 2, 1980, p. 410 – 420.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS – ICMSF. Effects of processing on microorganisms. **Microorganisms in foods** . London: Blackie Academic and Professional, v. 6, 1998, p. 80 – 88.

JAY , J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos** . 3^o ed. Editora Acribia, 1992, 804p.

KIRUBAHARAN, J.J.; PALANISWAMI, K.S.; ANBUKUMAR, K.; MOHANASUBRAMANIAM, B. In vitro studies on antibacterial effect of crude garlic extract on *Escherichia coli*. **Indian Veterinary Journal**, India, v. 76, p. 797-799, September, 1999.

KOTULA, K.L.; PANDYA, Y. Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 58, n. 12, p. 1326-1329, December, 1995.

KUMAR, M.; BERWAL, J.S. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*) . **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 84, n. 2, p. 213-215, February, 1998.

LADIGES, W.C.; FOSTER, J.F. Incidence of *Salmonella* in beef and chicken. **Journal of Milk and Food Technology**, Alban, N.Y, v. 37, n. 4, p. 213-214, 1974.

LILLARD, H.S. Incidence and recovery of *Salmonella* and other bacteria from commercially processed poultry carcasses at selected pre- and post- evisceration steps. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 52, n. 2, p. 88 - 91, February, 1989 a.

LILLARD, H.S. Factors affeting the persistence of *Salmonella* during the processing of poultry. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 52, n. 11, p. 829 - 832, February, 1989 b.

LILLARD, H.S. The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 53, n. 3, p. 202 - 204, march, 1990.

LIU, Y.; CHEN, Y.R. Analysis of visible reflectance spectra of stored, cooked and diseased chicken meats. **Meat Science**, Oxford, v. 58, p. 395-401, 2001.

MacNEIL, J.B.; DIMICK, P.S.; MAST, M.G. Use of chemical compounds and a rosemary spice extract in quality maintenance of deboned poultry meat. **Journal Food Science**, Chicago IL, v. 38, p. 1080 - 1081, 1973.

MAIDMENT, D. C. F.; DEMBANY, Z.; HARDING, C. A study into the antibiotic effect of garlic *Allium sativum* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus albus*. **Nutrition & Food Science**, London, v. 4, p. 170-172, July, 1999.

MANTIS, A.J.; KARAIOANNOGLOU, Pr.G.; SPANOS, G.P.; PANETSOS, A.G. The effect of garlic extract on food poisoning bacteria in culture media. **Lebensm Wiss Technology**, London, v.11, p. 26 – 28, 1978.

MOSSEL, D.A.A.; STRUIJK, C.B. *Escherichia coli*, otras *Enterobacteriaceae* e indicadores adicionales como marcadores de la calidad microbiológica de los alimentos: ventajas y limitaciones. **Microbiología Sem**, v.11, p. 75 – 90, 1995.

MOUNTNEY, G.J. **Poultry products technology**. Westport, Connecticut; The AVI Publishing Company Inc., 1981. 264 p.

NISSEN, H.; MAUGESTEN, T.; LEA, P. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat. **Meat Science**, Oxford, v. 57, n. 3, p. 291 – 298, 2001.

NKANGA, J.E.; URAIH, N. Prevalence of *Staphylococcus aureus* in meat samples from traditional markets in Benin City, Nigéria, and possible control by use of condiments. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 44, n. 1, p. 4-8, January, 1981.

O’GARA, E.A.; HILL, D.J.; MASLIN, D.J. Activities of garlic oil, garlic powder, and their diallyl constituents against *Helicobacter pylori*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 66, n. 5, p. 2269-2273, May, 2000.

OLIVEIRA, S.R. **Ação antioxidante de extratos de alho (*Allium sativum* L.) e de cebola (*Allium cepa* L.) in vitro e em gordura de frango**. 1991. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia de carne**. Goiânia: CEGRAF - UFG. 1993. vol. 1 ; 586 p.

PASTER, N.; JUVEN, B.J.; SHAAAYA, E.; MENASHEROV, M.; NITZAN, E.; WEISSLOWICZ, H.; RAVID, U. Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on moulds and foodborne bacteria. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.11, p. 33-37, 1990.

QUINDICI, M.L.Z. Estudo das cores. **Colégio Benjamim Constant**, Rio de Janeiro, Janeiro, 60 p. [199_].

RITCHIE, G.; DEANS, S.G. Antibacterial properties of plant essential oils. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, Netherlands, v. 5, p. 165 – 180, 1987.

ROITMAM, J.; TRAVASSOS, L.R., AZEVEDO, J.L. **Tratado de microbiologia**. v. 1, Editora Manole LTDA, São Paulo, 1988, 186p.

RUSUL, G.; JAMAL KHAIR; SON RADU; CHEACH, C.T.; YASSIN, R.Md. Prevalence of *Salmonella* in broilers at retail outlets, processing plants and farms in Malaysia. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, Netherlands, v. 33, p.183-194, December, 1996.

SALEEM, Z.M.; AI-DELAIFY, K.S.; Inhibition of *Bacillus cereus* by garlic extracts. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 45, n.11, p. 1007 – 1009, September, 1982.

SANTOS, E.J. **Rastreamento da disseminação de salmonelas em frangos de corte a partir de alimento naturalmente contaminado**. 1998. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, J.I.; TALAMINI, D.J.D.; CHIUCHETTA, O. Panorama Avícola. **Avicultura Industrial (anuário)**, São Paulo, p. 38- 42, Dez 99/ Jan 00.

SARLIN, L.L.; BARNHART, E.T.; CALDWELL, D.J.; MOORE, R.W.; BYRD, J.A.; CALDWELL, D.Y.; CORRIER, D.E.; DELOACHS, J.R.; HARGIS, B.M. Evaluation of alternative sampling methods for *Salmonella* critical control point determination at broiler processing. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 1253 – 1257, August, 1998.

SETHI, V.; MEENA, M.R. Antimicrobial activity of oils from spices. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, India, v. 31, n. 1, p. 68 – 70, January/February, 1994.

SHACKELFORD, A.D. Modifications of processing methods to control *Salmonella* in poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 6, p. 933-935, June, 1988.

SHARMA, A.; PADWAL-DESAI, S.R.; TEWARI, G.M.; BANDYOPADHYAY, C. Factors affecting antifungal activity of onion extractives against aflatoxin-production fungi. **Journal Food Science**, Chicago, I.L, v. 46, n. 3, p. 741 - 744, May/June, 1981.

SHELEF, L.A.; NAGLIK, O.A.; BOGEN, D.W. Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, Rosemary, and Allspice. **Journal Food Science**, Chicago, I.L, v. 45, n. 4, p. 1042-1044, 1980.

SILLEKER, J.H. Status of *Salmonella* - Ten years later. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 43, n. 4, p. 307- 313, April, 1980.

SILVA, J.A. Microrganismos patogênicos em carne de frango. **Higiene Alimentar**. v. 58, 1998. Disponível em: <http://www.zootecnista.com.br>. Acesso em : 25 outubro 2001.

SINGH, K.V.; SHUKLA, N.P. Activity on multiple resistant bacteria of garlic (*Allium sativum*) extract. **Fitoterapia**, Milan, n. 5, p. 313 – 315, 1984.

TANSEY, M.R.; APPLETON, J. Inhibition of fungal growth by garlic extract. **Mycologia**, New York, v. 67, n. 2, p. 409 - 413, January/February 1975 a.

TANSEY, M.R.; APPLETON, J. Inhibition of growth of zoopathogenic fungi by garlic extract. **Mycologia**, New York, v. 67, n. 4, p. 882 - 885, May/June, 1975 b.

TODD, H.W. Poultry - associated foodborne disease - its occurrence, cost, sources and prevention. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 42, n. 2, p. 129 - 139, 1980.

TORRES, M.C.L. **Inibição de *Salmonella* por extrato de alecrim (*Rosmarinus officinalis*)**. 1985. 36f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ZAICA, L.L.; KISSINGER, J.C. Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. **Journal Food Science**, Chicago, I.L, v. 46, n. 4, p. 1205 – 1210, July/August, 1981.

ZEITOUN, A.A.M.; DEBEVERE, J.M.; MOSSEL, D.A.A. Significance of *Enterobacteriaceae* as index organisms for hygiene on fresh untreated poultry, poultry treated with lactic acid and poultry stored in a modified atmosphere. **Food Microbiology**, London, v. 11, p. 169-176, 1994.

WEMPE, J.M.; GENIGEORGIS, C.A.; FARVER, T.B.; HAROUN, I. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in two California chicken processing plants. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 45, n. 2, p. 355 – 359, February, 1983.

WIT, J.C.; NOTERMANS, S.; GORIN, N.; KAMPELMACHER, E.H. Effect of garlic oil or onion oil on toxin production by *Clostridium botulinum* in meat slurry. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 42, n. 3, p. 222 -224, March, 1979.

WRAY, C.; DAVIES, R.H.; EVANS, S.J. *Salmonella* infection in poultry: the production environment. In: RICHARDSON, R.I.; MEAD, G.C. **Poultry Meat Science**. CABI Publishing, 1999, v. 25, chapter 11, p. 257 - 276.

APÊNDICE

Quadro 1A- Resumo das análises de variância do teste de aceitação para as amostras de peito de frango tratadas com diferentes concentrações de extrato de alho.

FV	GL	Quadrado Médio
Amostras	4	5,0233 ^{ns}
Provador	29	6,0756
Resíduo	116	2,1647

ns não significativo

Quadro 2A- Média do teste de aceitação para as amostras de peito de frango tratadas com diferentes concentrações de extrato de alho.

	Concentrações de extrato de alho				
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%
Médias	7,3 ^a	7,3 ^a	7,2 ^a	6,8 ^a	7,5 ^a

* médias com mesma letra, não apresentam aceitação significativa ($p > 0,05$).