

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**Avaliação microbiana e cor de carcaças *Bos indicus* tratadas
com diferentes soluções de ácido láctico**

RENATA LEONARDO LOMELE
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
Co-orientador: Dr. Guilherme Sicca Lopes Sampaio

Tese apresentada ao Programa
de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do
título de Doutor.

**Botucatu, SP
Janeiro de 2018**

Dedicatória

Ao meu pai, a minha mais intensa saudade,

À minha mãe, o meu mais puro amor,

Ao meu irmão, o meu maior orgulho.

Agradecimentos

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade concedida de estudar em um curso de excelência.

Ao meu orientador e amigo, Professor Doutor Roberto de Oliveira Roça, que me apoiou desde a graduação, me mostrando os melhores caminhos a serem percorridos. Para mim, realizar o doutorado sob sua orientação, foi a realização de um grande sonho. Sou imensamente agradecida por tudo que aprendi com o senhor, e pela oportunidade que o senhor me deu.

Ao amigo Guilherme Sampaio, por todos os ensinamentos, conselhos, paciência e amizade, acima de tudo.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ, Seila, Ellen e Cláudia pelos serviços prestados.

À empresa JBS por viabilizar a execução deste projeto, em especial as senhores: Bassem Akl Akl, Camila Brossi e Luciana Mena, por disponibilizar toda estrutura para execução desta pesquisa e todo apoio para que este estudo ocorresse.

Ao meu namorado, Guilherme, por todo carinho e amor em todos os dias.

À Natália Leal, por tantos anos de amizade, convivência e carinho, e pela imensa ajuda durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus amigos da "Equipe Roça", Carol, Nara, Nátaly, Bruna e Bruno, sem os quais o dia a dia da pesquisa não seria o mesmo. Obrigada pelas risadas, pela ajuda, pelos momentos de descontração e por tudo que aprendi com vocês.

À todos que de alguma maneira, contribuíram para a realização deste sonho que hoje concretizo.

E, finalmente, à minha mãe Vera Lúcia e ao meu irmão Rodrigo, pelo apoio incondicional, motivação, amor, e, acima de tudo, por serem a razão do meu viver.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
INTRODUÇÃO	2
1 BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL	2
2 MICROBIOLOGIA DA CARNE BOVINA	3
2.1 MICROORGANISMOS INDICADORES HIGIÊNICO-SANITÁRIOS	5
2.1.1 Bactérias mesófilas	5
2.1.2 Bactérias psicrotróficas	6
2.1.3 Bactérias da família Enterobacteriaceae	7
2.1.4 Bactérias ácido-láticas	7
2.1.5 <i>Escherichia coli</i> patogênicas	8
3 ÁCIDO LÁTICO	10
3.1 ÁCIDO LÁTICO NA DESCONTAMINAÇÃO DE CARCAÇAS BOVINAS	11
3.2 ÁCIDO LÁTICO E A COR DA CARNE BOVINA	12
4 OBJETIVOS	14
5 REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 2	23
RESUMO	24
ABSTRACT	26
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Seleção das meias carcaças esquerdas	29
2.2 Aplicação do ácido lático	32
2.3 Procedimentos realizados nas meias carcaças esquerdas	33
2.3.1. Amostragem e análises microbianas	33
2.3.2. PCR quantitativa	34
2.3.2.1 Gene normalizador da etapa de extração do DNA	34

2.3.2.2 Extração do DNA	35
2.3.2.3 Curva padrão e controles negativos das análises	35
2.3.2.4 Análise qualitativa dos genes alvo	36
2.3.3. Avaliação da cor instrumental.....	36
2.4 Análise estatística.....	37
3 RESULTADOS	41
3.1 Indicadores higiênico-sanitários	41
3.1.1 Análise global (estudos 01 e 02) – Antes do Resfriamento	41
3.1.2 Resultados do Estudo 01.....	42
3.1.3 Resultados do Estudo 02.....	48
E. coli STEC e EPEC.....	51
3.2 Avaliação da cor instrumental	51
4 DISCUSSÃO	53
5. CONCLUSÃO	57
6. REFERÊNCIAS.....	57
CAPÍTULO III	63
IMPLICAÇÕES	64

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Fluxograma da colheita e processamento das amostras de meias carcaças bovinas – Estudo -01.....	30
Figura 02 - Fluxograma da colheita e processamento das amostras de meias carcaças bovinas – Estudo 02.....	31
Figura 03 - Valor do parâmetro de Luminosidade (L), com Intervalo de Confiança (95%), para a gordura de cobertura da região da paleta e da picanha da superfície das carcaças aspergidas com diferentes concentrações de ácido láctico.....	52
Figura 04 – Valor do parâmetro de intensidade do vermelho (a^*), com Intervalo de Confiança (95%), para região da paleta e da picanha da superfície das carcaças aspergidas com diferentes concentrações de ácido láctico.....	52
Figura 05 - Valor do parâmetro de intensidade de amarelo (b^*), com Intervalo de Confiança (95%), para região da paleta e da picanha da superfície das carcaças aspergidas com diferentes concentrações de ácido láctico.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos iniciadores utilizados (“primers”)	40
Tabela 2 - Equação linear para predição da contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com solução de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	41
Tabela 3 - Razão de chances e ocorrência ajustada dos grupos bacterianos nas meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	42
Tabela 4 - Razão de chances e ocorrência ajustada dos grupos bacterianos nas meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas após 24 horas de resfriamento	44
Tabela 5 - Equação linear para predição da contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com solução de ácido láctico	45
Tabela 6 - Média de contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico.....	46
Tabela 7 - Média de contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas antes e após 24 horas de resfriamento	47
Tabela 8 - Razão de chances e ocorrência ajustada dos grupos bacterianos nas meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	48
Tabela 9 - Ocorrência descritiva dos grupos bacterianos nas meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	49
Tabela 10 - Equação linear para predição da contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com solução de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	50
Tabela 11 - Média de contagem em \log_{10} UFC/cm ² de grupos bacterianos na superfície de meias carcaças bovinas tratadas com soluções de ácido láctico e avaliadas antes do resfriamento	51

5 REFERÊNCIAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório Anual 2016**, 2016. Disponível em:

<<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 23/05/2017.

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. **Zoonoses and communicable diseases common to man and animals**. 3.ed. Washington, DC: Pan American Health Organization, v.1, 2003.

ARTHUR, T.M.; BOSILEVAC, J.M.; NOU, X.; et al. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, Enterobacteriaceae, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. **Journal of Food Protection**, v.67, n.4, p.658-665, 2004.

ARTHUR, T.M.; KALCHAYANAND, N.; BOSILEVAC, J.M.; et al. Comparison of effects of antimicrobial interventions on multidrug-resistant *Salmonella*, susceptible *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7. **Journal of Food Protection**, v.71, n.11, p. 2168-2181, 2008.

BACON, R.T.; SOFOS, J.M.; BELK, K.E.; et al. Commercial application of lactic acid to reduce bacterial population on chilled beef carcasses, subprimal cuts and table surfaces during fabrication. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, v.22, p.674-682, 2002.

BAKER, C.A.; RUBINELLI, P.M.; PARK, S.H.; et al. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in food: Incidence, ecology, and detection strategies. **Food Control**, v.59, p.407-419, 2016.

BARBOZA DE MARTINEZ, Y.; FERRER, K.; SALAS, E.M. Combined effects of lactic acid and nisin solution in reducing levels of microbiological contamination in red meat carcasses. **Journal of Food Protection**, v. 4, n.11, p.1687–1829, 2002.

BLACKBURN, C.W. (editor). *Food Spoilage Microorganisms*. CRC Press LLC, Boca Raton, USA, 736p., 2006.

BORCH, E.; ARINDER, P. Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. **Meat Science**, v.62, n.3, p.381-390, 2002.

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

BOSILEVAC, J.M.; NOU, X.; BARKOCY-GALLAGHER, G.A.; et al. Treatments Using Hot Water Instead of Lactic Acid Reduce Levels of Aerobic Bacteria and Enterobacteriaceae and Reduce the Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on Preevisceration Beef Carcasses. **Journal of Food Protection**, v. 69, n.8, p.1808–1813, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Norma Interna DIPOA/SDA nº 1, de 17 de junho de 2015. Aprovar os procedimentos para a

coleta e análise de *Escherichia coli* verotoxigênica e *Salmonella* spp. em carne de bovino *in natura* utilizada na formulação de produtos cárneos, cominutados, prontos para serem cozidos, fritos ou assados. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2015.

BRUNO, L.M.; CARVALHO, D.G. Documentos 124: **Microbiota Láctica de Queijos Artesanais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza, 26p, 2009.

BUNCIC, S.; NYCHAS, G.; LEE, M.R.F.; et al. Microbial pathogen control in the beef chain: Recent research advances. **Meat Science**, v.97, p.288-297, 2014.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control Salmonella contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p.641655, 2012.

CASTILLO, A.; LUCIA, L.M.; ROBERTSON, D.B.; et al. Lactic acid sprays reduce bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef. **Journal of Food Protection**, v.64, n.1, p.58-62, 2001.

CDC-HHS. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). U.S. Department of Health & Human Services (HHS). **E.coli Homepage. General Information**. Page last updated: November 6, 2015. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

CERVENY, J.; MEYER, J.D.; HALL, P.A. Microbiological spoilage of meat and poultry products In: **Compendium of the microbiological spoilage, of foods and beverages. Food Microbiology and Food Safety**, SPERBER, W.H.; DOYLE, M.P. New York: Springer Science & Business Media, p.69-868, 2009.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) nº 1441/2007 do Conselho de 05 de dezembro de 2007. Altera o Regulamento (CE) nº 2073/2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, p.L322/12-L322/29, 05 dez. 2007.

CRIM, S.; IWAMOTO, M.; HUANG, J.; et al. Incidence and trends of infection with pathogens transmitted commonly through food- Foodborne diseases active surveillance network, 10 U.S. sites, 2006-2013. **Centers for Disease Control and Prevention MMWR**, v. 63, n.15, p.328-332, 2014.

CROSSLAND, W.L.; CALLAWAY, T.R.; TEDESCHI, L.O. Shiga toxin-producing *E. coli* and ruminant diets: A match made in heaven? In: **Food Safety: Emerging Issues, Technologies and Systems**, p.185-214, 2015.

CUTTER, C.N.; RIBERA-BETANCOURT, M. Interventions for the reduction of *Salmonella Typhimurium* DT 104 and non-O157:H7 enterohemorrhagic *Escherichia coli* on beef surfaces. **Journal of Food Protection**, v.63, n.10, p.1326-1332, 2000.

DAVIDSON, P.M.; TAYLOR, P.M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: DOYLE, M.P.; BEUCHAT L.R. **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**. 3 ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, p.713-745, 2007.

DAVIES, M.; HADLEY, P.; STOSIC, P.; et al. Production factors that influence the hygienic condition of finished beef cattle. **The Veterinary Record**, v.146, n.7, p.179-183, 2000.

DELAVEENNE, E.; MOUNIER, J.; DENIEL, F.; et al. Biodiversity of antifungal lactic acid bacteria isolated from raw milk samples from cow, ewe and goat over one year period. **International Journal of Food Microbiology**, v.155, p.185-190, 2012.

DORMEDY, E., BRASHEARS, M., CUTTER, N., Y BURSON, E. Validation of acid washes as critical control points in hazard analysis and critical control points systems. **Journal of food protection**, v.63, n.12, p.1676-1680, 2000.

DREHMER, A.M.F. **Quebra de peso das carcaças suínas e estudo da vida de prateleira da carne**. 2005, 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria – RS, 2005.

DUFFY, G.; BURGESS, C.M.; BOLTON, D.J. A review of factors that effect transmission and survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in the European farm to fork beef chain. **Meat Science**, v.97, p.375-383, 2014.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface contamination of beef carcasses, cuts and trimmings. **EFSA Journal**, v.9, n.7, p.2317-2351, 2011.

EFSA. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. **EFSA Journal** 2013, v.11, n.4, 250p, 2013a.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (bovine animals). **EFSA Journal** 2013, v.11, n.6, 261p, 2013b.

ELLEBRACHT, E.A.; CASTILLO, A.; LICUA, L.M.; MILLER, R.K.; ACUFF, G.T. Reduction of Pathogens Using Hot Water and Lactic Acid on Beef Trimmings. **Journal of Food Science**, v.64, n.6, p.1094-1099, 1999.

ERCOLINI, D.; LA STORIA, A.; VILLANI, F.; et al. Effect of a bacteriocin-activated polythene film on *Listeria monocytogenes* as evaluated by viable staining and epifluorescence microscopy. **Journal of Applied Microbiology**, v.100, p.765-772, 2006.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. FSIS DIRECTIVE – Safe and suitable ingredients used in the production of meat, poultry, and egg products, 7120.1 Rev.21, de 9 de Outubro de 2014. **United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service**, Washington D.C., 69p, 2014.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v.84, n.2, p.238-243, 2010.

FONTOURA, C.L.; ROSSI JUNIOR, O.D. MARTINELLI, T.M.; et al. Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da refrigeração sobre a microbiota contaminante. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.2, p.189-193, 2010.

FOULADKHAH, A.; GEORNARAS, I.; YANG, H.; et al. Lactic acid resistance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and multidrug-resistant and susceptible *Salmonella Typhimurium* and *Salmonella Newport* in meat homogenate. **Food Microbiology**, v.36, n.2, p.260-266, 2013.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, p.93-98, 2008.

FULLER, C.A.; PELLINO, C.A.; FLAGLER, M.J.; et al. Shiga toxin subtypes display dramatic differences in potency. **Infection and immunity**, v.79, n.3, p.1329-1337, 2011.

GILL, C.O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In: DAVIES, A.; BOARD, R. (Eds.) **The Microbiology of Meat and Poultry**. London: Blackie Academic & Professional, p.118-157, 1998.

GILL, C.O.; BADONI, M. Effects of peroxyacetic acid, acidified sodium chlorite or lactic acid solutions on the microflora of chilled beef carcasses. **International Journal of Food Microbiology**, v.91, n.1, p.43-50, 2004.

GILL, C.O.; LANDERS, C. Microbiological effects of carcass decontaminating treatments at four beef packing plants. **Meat Science**, v.65, n.3, p.1005-1011, 2003.

GOMES, T.A.; ELIAS, W.P.; SCALETSKY, I.C.; et al. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.47, p.3-30, 2016.

GOULD, L.H.; MODY, R.K.; ONG, K.L.; et al. Increased recognition of non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections in the United States during 2000-2010: epidemiologic features and comparison with *E. coli* O157 infections. **Foodborne Pathogens and Disease**, v.10, p.453-460, 2013.

GRAM, L.; RAVN, L.; RASCH, M.; et al. Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.78, n.1-2, p.79–97, 2002.

GRAU, F.H. Role of pH, lactate, and anaerobiosis in controlling the growth of some fermentative Gram-negative bacteria on beef, **Applied and Environmental Microbiology**, v.42, p.1043- 50, 1981.

GYLES, C.L. Shiga toxin-producing: An overview. **Journal of Animal Science**, v. 85, n.13, p. E45-E62, 2007.

GYLES, C.L.; FAIRBROTHER, J.M. *Escherichia coli*. In: Eds C.L.; GYLES, J.F.; PRESCOTT, J.G.; SINGER, C.O. **Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals**. Blackwell Publishing, p.267-308, 2010.

HANSSON, I.B. Microbiological meat quality in high- and low-capacity slaughterhouses in Sweden. **Journal of Food Protection**, v.64, n.6, p.820-825, 2001.

HARRIS, K.; MILLER, M.F.; LONERAGAN, G.H.; et al. Validation of the use of organic acids and acidified sodium chlorite to reduce *Escherichia coli* O157 and *Salmonella Typhimurium* in beef trim and ground beef in a simulated processing environment. **Journal of Food Protection**, v.69, n.8, p.1802-1807, 2006.

HAYES, M.C.; BOOR, K. Raw milk and fluid milk products. In: MARTH, E.H.; STEELE, J.L. (Eds.). **Applied dairy microbiology**, 2 ed. New York: Marcel Dekker, p.59-76, 2001.

HE, X.; QUIÑONES, B.; MCMAHON, S.; et al. A single-step purification and molecular characterization of functional Shiga toxin 2 variants from pathogenic *Escherichia coli*. **Toxins**, v.4, n.7, p.487-504, 2012.

ICMSF- INTERNATIONAL COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOOD **Microorganisms in Food. 8** – Use of data for assessing process control and product acceptance. New York: Springer, 400p, 2011.

JACKSON, T.C.; ACUFF, G.R.; DICKSON, J.S. Meat, poultry, and seafood. In: DOYLE, M.P.; BEUCHAT, T.J. **Food microbiology: fundamentals and frontiers**. Washington, D.C.: ASM Press, p.83–100, 2001.

JAY, J.M. Indicators of food microbiological quality and safety. **Modern food microbiology**. 6.ed. Maryland: Aspen Publication, p.387-407, 2000.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**, 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 771p, 2005.

JIMÉNEZ-VILLAREAL, J.R.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B., et al. Effects of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical, chemical and sensory properties of ground beef. **Meat Science**, v.65, n.3, p.1055-1062, 2003.

KAPER, J.B.; NATARO, J.P.; MOBLEY, H.L.T. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, p.123-140, 2004.

KARMALI, M.A.; GANNON, V.; SARGEANT, J.M. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). **Veterinary microbiology**, v.140, n.3, p.360-370, 2010.

KORNACKI J.L.; JOHNSON J.L. Enterobacteriaceae, Coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington DC: American Public Health Association, v.8, p.69-82, 2001.

KOUTSOUMANIS, K.P.; SOFOS, J.N. Microbial contamination of carcasses and cuts. In: JENSSENS, W.K. (Ed.), **Encyclopedia of Meat Sciences**, Amsterdam: Elsevier Academic Press, p.727–737, 2004.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 384p., 2005.

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

LUES, J.F.; THERON, M.M. Comparing organic acids and salt derivatives as antimicrobials against selected poultry-borne *Listeria monocytogenes* strains in vitro. **Foodborne Pathogens and Disease**, v.9, n.12, p.1126-1129, 2011.

MANCINI, R.A.; HUNTI, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, n.1, p.100-121, 2005.

MENG, J. et al. Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. In: DOYLE, M.P.; BEUCHAT, L.R.; MONTVILLE, T.J. **Food microbiology: fundamentals and frontiers**. 3. ed. Washington, DC: ASM, 2007.

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

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MASTUSHITA, M.; et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus*×*Bos Taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.4, p.609-616, 2003.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.Q.; RAATS, J.G. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, v.81, n.4, p.653-657, 2009.

NYCHAS, G.E.; SKANDAMIS P.N.; TASSOU, C.C.; et al. Meat spoilage during distribution. **Meat Science**, v.78, p.77–89, 2008.

PAULA, C.M.D.; CASARIN, L.S.; TONDO, E.C. *Escherichia coli* O157: H7 - patógeno alimentar emergente. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v.2, n.4, p.23-33, 2014.

PHILLIPS, D.; SUMNER, J.; ALEXANDER, J.F.; et al. Microbiological quality of Australian beef. **Journal of Food Protection**, v.64, n.5, p.692-696, 2001.

PITTMAN, C.I.; GEORNARAS, I.; WORENER, D.R.; et al. Evaluation of lactic acid as an initial and secondary subprimal intervention for *Escherichia coli* O157:H7, non-O157 shiga toxineproducing *E. coli*, and a nonpathogenic *E. coli* surrogate for *E. coli* O157:H7. **Journal of Food Protection**, v.75, n.9, p.1701-1708, 2012.

PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; et al. Meat quality of the *Longissimus muscle* of bulls and steers (1/2 Nellore vs. 1/2 Simmental) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.18, p.221-230, 2009a.

PRADO, I.N.; OLIVEIRA, A.N.; ROTTA, P.P.; et al. Chemical and fatty acid composition of *Longissimus muscle* of crossbred bulls finished in feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, n.7, p.1054-1059, 2009b.

PRASAI, R.K.; ACUFF, G.R.; LUCIA, L.M.; et al. Microbiological effects of acid decontamination of pork carcasses at various locations in processing. **Meat Science**, v.32, n.4, p.413-123, 1992.

QUILO, S.A.; POHLMAN, F.W.; DIAS-MORSE, P.N.; et al. Microbial, instrumental colour and sensory characteristics of inoculated ground beef produced using potassium lactate, sodium metasilicate or peroxyacetic acid as multiple antimicrobial interventions. **Meat Science**, v.8, n.3, p.470-476, 2010.

RILEY, L.W.; REMIS, R.S.; HELGERSON, S.D.; et al. Hemorrhagic Colitis Associated with a Rare *Escherichia coli* Serotype. **The New England Journal of Medicine**, v.308, p.681-685, 1983.

ROÇA, R.O.; SERRANO, M.A. **Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça**. **Higiene Alimentar**, v.9, n.35, p.8-12, 1995.

RODRÍGUEZ-MELCÓN, C.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R. Lactic acid concentrations that reduce microbial load yet minimally impact colour and sensory characteristics of beef. **Meat Science**. v.129, p.169–175, 2017.

RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v.73, n.5, p.363-370, 1992.

SALMINEN, S.; VON WRIGHT, A. (Ed). **Lactic acid bacteria**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1993.

SCHWACH, E. **Validação do sistema de monitoramento para redução da contaminação microbiana em carcaças bovinas**. 2007. 53f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SEMLER, M.E.; CHAO, M.D.; HOSCH, J.; et al. Color and sensory properties of beef steaks treated with antimicrobial sprays. **Nebraska Beef Cattle Reports**, Paper 750, p.110-111, 2013. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/animalsinbcr/750>. Acesso em: 20 fev. 2015.

SERRAINO, A.; BARDASI, L.; RIU, R.; et al. Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering. **Meat Science**, v.90, n.2, p.502-506, 2012.

SIGARINI, C.O. **Avaliação microbiológica da carne bovina desossada em estabelecimentos comerciais do município de Cuiabá-MT/Brasil**. Dissertação. Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Universidade Federal Fluminense, 95p., 2004.

SILVA, M. R.; SACANAVACCA, J.; GANDRA, T.K.V. et a. Avaliação higiênico-sanitária do leite produzido em Umuarama (Paraná). **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28; n.2; p. 271- 280, 2010.

SILVA, J.A. Micro-organismos patogênicos em carne de frango. **Revista Higiene Alimentar**, v.12, n.58, p.9-14,1998.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

SILVA, R.G.; PRADO, I.N.; MAKORO, M.; et al. Dietary effects on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.95-10, 2002.

SMULDERS, F. J. M.; BARENDSSEN, P.; van LOGTESTIJN, J. G.; MOSSEL, D. A. A.; VAN DER MAREL, G. M. Review: Lactic acid—considerations in favour of its acceptance as a meat decontaminant. **J. Food Technol**, v. 21, p.419–436, 1986.

STIVARIOUS, M.R.; POHLMAN, F.W.; MCELYEA, K.S.; et al. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrumental colour and sensory properties of ground beef during display. **Meat Science**, v.60, n.4, p.327-334, 2002.

STOPFORTH, J.D.; ASHTON, L.V.; SKANDAMIS, P.N.; et al. Single and sequential treatment of beef tissue with lactic acid, ammonium hydroxide, sodium metasilicate,

and acidic and basic oxidized water to reduce numbers of inoculated *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium*. **Food Protection Trends**, v.25, p.14-22, 2005.

TARR, P.I.; GORDON, C.A.; CHANDLER, W.L. Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* and haemolytic uraemic syndrome. **The Lancet**, v.365, p.1073-1086, 2005.

TORNADIJO, M.E.; GARCÍA, M.C.; FRESNO, J.M.; et al. Study of Enterobacteriaceae during the manufacture and ripening of San Simo'n cheese. **Food Microbiology**, v.18, n.5, p.499–509, 2001.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) N° 101/2013 da Comissão, de 4 de fevereiro de 2013. Relativo à utilização do ácido láctico para reduzir a contaminação superficial microbiológica das carcaças de bovinos. **Jornal Oficial da União Européia**, p. L34/1-L34/2, 5 de fev. de 2013.

USDA-FSIS. U.S. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service (FSIS). Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule. **Federal Register**, Washington, DC, v.144, n.61, p.388-405, 1996.

USDA-FSIS. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service (FSIS). Office of Policy and Program Development. Office of Public Health Science: **Risk profile for pathogenic non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (non-O157 STEC) – May 2012**. Disponível em < http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/92de038d-c30e-4037-85a6-065c3a709435/Non_O157_STEC_Risk_Profile_May_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 06 jun. 2014.

YOUSSEF, M.K.; YANG, X.; BADONI, M.; et al. Effects of spray volume, type of surface tissue and inoculum level on the survival of *Escherichia coli* on beef sprayed with 5% lactic acid. **Food Control**, v.25, n.2, p.717-722, 2012.

ZWEIFEL, C; STEPHAN, R. Microbiological Monitoring of Sheep Carcass Contamination in Three Swiss Abattoirs. **Journal of Food Protection**: June 2003, v.66, n.6, p. 946-952, 2003.

5. CONCLUSÃO

O tratamento de carcaças bovinas com solução de ácido láctico utilizando boxe de aspersão é eficiente na redução de ocorrências e contagens de enterobactérias, coliformes e bactérias ácido-láticas, assim como, de contagens de mesófilos e psicrotrofos. Também foi observado redução de ocorrências e contagens de *E. coli*, entretanto, de um modo geral, com tendência estatística, o que também pode representar e repercutir em melhorias reais para as indústrias e para cadeia produtiva da carne.

A aspersão de qualquer concentração de ácido láctico implica em alterações na coloração e no aspecto da cobertura de gordura das carcaças, sendo que, os efeitos negativos se tornam mais pronunciados conforme a concentração do ácido láctico é aumentada.

Considerando o aspecto visual das carcaças e a redução da contagem bacteriana obtida neste estudo, recomenda-se o uso da aspersão de solução de ácido láctico a partir 2%, para tratamento antimicrobiano de carcaças bovinas *Bos indicus*.

6. REFERÊNCIAS

- AMSA. Meat Color Measurement Guidelines – Revised December, 2012. **American Meat Science Association**. Champaign, IL, USA, 136p, 2012.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Official Method 2003.01., 19.ed., Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2012a.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Official Method 991.14. 19 ed., Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2012b.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Official Method 998.08, 19.ed., Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2012c.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Official Method 990.12., 19.ed., Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2012d.
- APPLEYARD, R. K. Segregation of new lysogenic types during growth of a doubly lysogenic strain derived from *Escherichia coli* K12. **Genetics**, v. 39, n. 4, p. 440, 1954.
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, 676p, 2001.
- ARTHUR, T.M.; BOSILEVAC, J.M.; NOU, X.; et al. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, Enterobacteriaceae, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. **Journal of Food Protection**, v.67, n.4, p.658-665, 2004.
- ARTHUR, T.M.; KALCHAYANAND, N.; BOSILEVAC, J.M.; et al. Comparison of effects of antimicrobial interventions on multidrug-resistant *Salmonella*, susceptible

Salmonella, and Escherichia coli O157:H7. **Journal of Food Protection**, v.71, n.11, p. 2168-2181, 2008.

BAIRD, R.M.; CORRY, J.E.L.; CURTIS, G.D.W. Pharmacopoeia of culture media for food microbiology. **International Journal of Food Microbiology**, v.5, n.3, p.221–222, 1987.

BARBOZA DE MARTINEZ, Y.; FERRER, K.; SALAS, E.M. Combined effects of lactic acid and nisin solution in reducing levels of microbiological contamination in red meat carcasses. **Journal of Food Protection**, v. 4, n.11, p.1687–1829, 2002.

BELLIN, T.; PULZ, M.; MATUSSEK, A.; HEMPEN, H.G.; GUNZER, F. Rapid detection of enterohemorrhagic escherichia coliby real-time pcr with fluorescent hybridization probes. **Journal of clinical microbiology**, v.39, n.1, p.370-374, 2001.

BOSILEVAC, J.M.; NOU, X.; BARKOCY-GALLAGHER, G.A.; et al. Treatments Using Hot Water Instead of Lactic Acid Reduce Levels of Aerobic Bacteria and Enterobacteriaceae and Reduce the Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on Preevisceration Beef Carcasses. **Journal of Food Protection**, v. 69, n.8, p.1808–1813, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2003.

BUCHANAN, R.L.; GOLDEN, M.H.; WHITING, R.C. Differentiation of the Effects of pH and Lactic or Acetic Acid Concentration on the Kinetics of *Listeria Monocytogenes* Inactivation. **Journal of Food Protection**, v.56, n.6, p.474-478, 1993.

BUNCIC, S.; NYCHAS, G.; LEE, M.R.F.; et al. Microbial pathogen control in the beef chain: Recent research advances. **Meat Science**, v.97, p.288-297, 2014.

CALLAWAY, T.R.; CARR, M.A.; EDRINGTON, T.S.; et al. Diet, *Escherichia coli* O157:H7, and cattle: A review after 10 years. **Current Issues in Molecular Biology**, v.11, p.67-80, 2009.

CANTO, A.C.V.C.S.; COSTA-LIMA, B.R.C.; SUMAN, S.P.; et al. Colour attributes and oxidative stability of longissimus lumborum and psoas major muscles from Nellore bulls. **Meat Science**, v.121, p.19-26, 2016.

CASTILLO, A.; LUCIA, L.M.; GOODSON, K.J.; et al. Comparison of Water Wash, Trimming, and Combined Hot Water and Lactic Acid Treatments for Reducing Bacteria of Fecal Origin on Beef Carcasses. **Journal of Food Protection**: v.61, n.7, p.823-828, 1998.

CASTILLO, A.; LUCIA, L.M.; ROBERTSON, D.B.; et al. Lactic acid sprays reduce bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef. **Journal of Food Protection**, v.64, n.1, p.58-62, 2001.

CDC-HHS. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). U.S. Department of Health & Human Services (HHS). **E.coli Homepage. General Information**. Page last updated: November 6, 2015. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

CRUZ, T.F.; ARAUJO, J.P. Cultivation of PCV2 in swine testicle cells using the shell vial technique and monitoring of viral replication by qPCR and RT-qPCR. **Journal of virological methods**, v.196, p.82-85, 2014.

DAVIES, M.; HADLEY, P.; STOSIC, P.; et al. Production factors that influence the hygienic condition of finished beef cattle. **The Veterinary Record**, v.146, n.7, p.179–183, 2000.

DORMEDY, E., BRASHEARS, M., CUTTER, N., Y BURSON, E. Validation of acid washes as critical control points in hazard analysis and critical control points systems. **Journal of food protection**, v.63, n.12, p.1676-1680, 2000.

DUFFY, G.; BURGESS, C.M.; BOLTON, D.J. A review of factors that effect transmission and survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in the European farm to fork beef chain. **Meat Science**, v.97, p.375-383, 2014.

EFSA. **European Food Safety Authority**. Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (bovine animals). **EFSA Journal 2013**, v.11, n.6, 261p, 2013b.

EFSA. **European Food Safety Authority**. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. **EFSA Journal 2013**, v.11, n.4, 250p, 2013a.

EFSA. Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface contamination of beef carcasses, cuts and trimmings. **EFSA Journal**, v.9, n.7, p.2317-2351, 2011.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. FSIS DIRECTIVE – Safe and suitable ingredients used in the production of meat, poultry, and egg products, 7120.1 Rev.21, de 9 de Outubro de 2014. **United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service**, Washington D.C., 69p, 2014.

FENG, P.; WEAGANT, S.D.; JINNEMAN, K. Chapter 4A - Diarrheagenic *Escherichia coli*, Updated June 2016. **FDA Bacteriological Analytical Manual Online (BAM)**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070080.htm>>. Acesso em: 27 out. 2016.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v.84, n.2, p.238-243, 2010.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed. 424p, 2002.

FOULADKHAH, A.; GEORNARAS, I.; YANG, H.; et al. Lactic acid resistance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and multidrug-resistant and susceptible *Salmonella Typhimurium* and *Salmonella Newport* in meat homogenate. **Food Microbiology**, v.36, n.2, p.260-266, 2013.

FRIEDERICH, L.; SIRÓ, I.; DALMADI, I.; et al. Influence of various preservatives on the quality of minced beef under modified atmosphere at chilled storage. **Meat Science**, v.79, n.2, p.332-343, 2008.

GILL, C.O.; BADONI, M. Effects of peroxyacetic acid, acidified sodium chlorite or lactic acid solutions on the microflora of chilled beef carcasses. **International Journal of Food Microbiolog**, v.91, n.1, p.43-50, 2004.

GREIG, J.D.; WADDELL, L.; WIHELM, B.; WILKINS, W.; BUCHER, O.; PARKER, S.; RAJIC, A. The efficacy of interventions applied during primary processing on contamination of beef carcasses with *Escherichia coli*: A systematic review-meta-analysis of the published research. **Food Control**, v. 27, n. 2, p. 385-397, 2012.

HARDEGEN, C.; MESSLER, S.; HENRICH, B.; et al. A set of novel multiplex Taqman real-time PCRs for the detection of diarrhoeagenic *Escherichia coli* and its use in determining the prevalence of EPEC and EAEC in a university hospital. **Annals of clinical microbiology and antimicrobials**, v.9, n.1, p.1, 2010.

HARRIS, K.; MILLER, M.F.; LONERAGAN, G.H.; et al. Validation of the use of organic acids and acidified sodium chlorite to reduce *Escherichia coli* O157 and *Salmonella Typhimurium* in beef trim and ground beef in a simulated processing environment. **Journal of Food Protection**, v.69, n.8, p.1802-1807, 2006.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **(ISO) 17604:2015(E)**. Microbiology of food and animal feeding stuffs – carcass sampling for microbiological analysis. Switzerland, 14p, 2015.

JIMÉNEZ-VILLAREAL, J.R.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B., et al. Effects of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical, chemical and sensory properties of ground beef. **Meat Science**, v.65, n.3, p.1055-1062, 2003.

KOTULA, K.L.; THELAPPURATE, R. Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. **Journal of Food Protection**, v.57, n.8, p.665-670, 1994.

LADEKJÆR-MIKKELSEN, A.S.; NIELSEN, J.; STADEJEK, T.; et al. Reproduction of postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) in immunostimulated and non-immunostimulated 3-week-old piglets experimentally infected with porcine circovirus type 2 (PCV2). **Veterinary microbiology**, v.89, n.2, p.97-114, 2002.

NAVEENA, B.M.; MUTHUKUMAR, M.; SEN, A.R.; et al. Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. **Meat Science**, v.74, n.2, p.409-415, 2006.

ORTOLANI, M.B.T.; VIÇOSA, G.N.; BELOTI, V.; et al. Screening and enumeration of lactic acid bacteria in milk using three different culture media in Petrifilm™ Aerobic Count plates and conventional pour plate methodology. **Journal of Dairy Research**, v.74, p.387–391, 2007.

PERNA, N. T.; PLUNKETT, G.; BURLAND, V.; MAU, B.; GLASNER, J. D.; ROSE, D. J.; MAYHEW, G.F.; EVANS, P.S.; GREGOR, J.; KIRKPATRICK, H.A.; POÂ SFAI. G.R.; HACKETT, J.; KLINK, S.; BOUTIN A.; SHAO, Y.; MILLER, L.; GROTEBECK, E.J.; DAVIS, N.W.; LIMK, A.; DIMALANTAK, E.T.; POTAMOUSIS, K.D.; APODACA, J.; ANANTHARAMAN, T.A.; LIN, J.; YEN, G.; SCHWARTZ, D.C.; WELCHI, R.A.; PÓSFAI, G. Genome sequence of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. **Nature**, v. 409, n. 6819, p. 529-533, 2001.

PIPEK, P.; HOUŠKA, M.; JELENÍKOVÁ, J.; et al. Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray. **Journal of Food Engineering**, v.67, n.3, p.309-315, 2005.

PITTMAN, C.I.; GEORNARAS, I.; WORENER, D.R.; et al. Evaluation of lactic acid as an initial and secondary subprimal intervention for *Escherichia coli* O157:H7, non-O157 shiga toxin-producing *E. coli*, and a nonpathogenic *E. coli* surrogate for *E. coli* O157:H7. **Journal of Food Protection**, v.75, n.9, p.1701-1708, 2012.

RILEY, L. W.; REMIS, R. S.; HELGERSON, S. D.; MCGEE, H. B.; WELLS, J. G.; DAVIS, B. R.; HEBERT, R. J.; OLCOTT, E. S.; JOHNSON, L. M.; HARGRETT, N. T.; BLAKE, P. A.; COHEN, M. L. Hemorrhagic Colitis Associated with a Rare *Escherichia coli* Serotype. **The New England Journal of Medicine**, v. 308, p.681-685, 1983.

RODRÍGUEZ-MELCÓN, C.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R. Lactic acid concentrations that reduce microbial load yet minimally impact colour and sensory characteristics of beef. **Meat Science**. v.129, p.169–175, 2017.

RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v.73, n.5, p.363-370, 1992.

SCHWACH, E. **Validação do sistema de monitoramento para redução da contaminação microbiana em carcaças bovinas**. 2007. 53f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SEZONOV, G.; JOSELEAU-PETIT, D.; D'ARI, R. *Escherichia coli* physiology in Luria-Bertani broth. **Journal of bacteriology**, v.189, n.23, p.8746-8749, 2007.

SPERBER, W.H. Introduction to the microbial spoilage of foods and beverages. In: SPERBER, W.H.; DOYLE, M.P. **Compendium of the microbial spoilage of foods and beverages**. New York: Springer, p.1–40, 2010.

STIVARIOUS, M.R.; POHLMAN, F.W.; MCELYEA, K.S.; et al. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrumental colour and sensory properties of ground beef during display. **Meat Science**, v.60, n.4, p.327-334, 2002.

STOPFORTH, J.D.; ASHTON, L.V.; SKANDAMIS, P.N.; et al. Single and sequential treatment of beef tissue with lactic acid, ammonium hydroxide, sodium metasilicate, and acidic and basic oxidized water to reduce numbers of inoculated *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium*. **Food Protection Trends**, v.25, p.14-22, 2005.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) N° 101/2013 da Comissão, de 4 de fevereiro de 2013. Relativo à utilização do ácido láctico para reduzir a contaminação superficial microbiológica das carcaças de bovinos. **Jornal Oficial da União Europeia**, p. L34/1-L34/2, 5 de fev. de 2013.

USDA-FSIS. U.S. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service (FSIS). Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule. **Federal Register**, Washington, DC, v.144, n.61, p.388-405, 1996.

United States Department of Agriculture (USDA), Food Safety and Inspection Service (FSIS). FSIS DIRECTIVE No. 7120.1. Rev.21, 10/5/17. Safe and suitable ingredients used in the production of meat, poultry, and egg products. **Federal Register** , Washington, DC, 123p, 2017.

WANG, H.; COLIN, O.; GILL, X.Y. Development of a real-time PCR procedure for quantification of viable *Escherichia coli* in populations of *E. coli* exposed to lactic acid, and the acid tolerance of verotoxigenic *E. coli* (VTEC) from cattle hides. **Food Control**, v.43, p.104-109, 2014.

WHEELER, T.L.; KALCHAYANAND, N.; BOSILEVAC, J.M. Pre- and post-harvest interventions to reduce pathogen contamination in the U.S. beef industry. **Meat Science**, v.98, p.372–382, 2014.

YOSHITOMI, K.J.; JINNEMAN, K.C.; WEAGANT, S.D. Detection of Shiga toxin genes *stx1*, *stx2*, and the+ 93 *uidA* mutation of *E. coli* O157: H7/H-using SYBR® Green I in a real-time multiplex PCR. **Molecular and cellular probes**, v.20, n.1, p.31-41, 2006.

YOUSSEF, M.K.; YANG, X.; BADONI, M.; et al. Effects of spray volume, type of surface tissue and inoculum level on the survival of *Escherichia coli* on beef sprayed with 5% lactic acid. **Food Control**, v.25, n.2, p.717-722, 2012.

IMPLICAÇÕES

A indústria de alimentos, em especial a de carnes, pode ser acometida por prejuízos decorrentes da contaminação bacteriana em seus produtos, sejam eles financeiros, que estão relacionados à deterioração destes produtos, redução da validade comercial ou devoluções. Porém, com maior destaque, estão os problemas relacionados à saúde pública. Sendo assim, todas as técnicas que contribuam na cadeia de produção de alimentos para manutenção da qualidade microbiana, merecem destaque.

Neste sentido, o uso de ácido láctico, alvo deste estudo, poderia contribuir para estender a validade comercial das carnes e evitar riscos à saúde pública. A presente pesquisa, inédita no Brasil, avaliou como este produto utilizado amplamente em diversos países pode contribuir na redução da contaminação de carcaças, considerando a realidade nacional de nosso rebanho e de abate. Muitas das pesquisas executadas em outros países, não se aplicam às condições brasileiras. Neste estudo, foi possível determinar um protocolo de aplicação de ácido láctico adequado para a realidade nacional.

Tão importante quanto seus efeitos na redução microbiana, as implicações nas características sensoriais da carne e da carcaça devem ser consideradas no uso de procedimentos de descontaminação. As alterações da cor da carne continuam sendo um grande problema no uso destas técnicas e é uma grande preocupação para toda cadeia da carne, visto ser este dos principais atributos considerados pelo consumidor como critério de escolha de compra. Estes impactos devem ser considerados e técnicas de descontaminação com ácido láctico devem ser avaliadas e aprimoradas, objetivando a redução da carga bacteriana, associando a manutenção dos atributos sensoriais, de modo a contribuir com a melhoria da indústria da carne e da saúde pública.