

Avaliação da qualidade higiênico-sanitária e prevalência de enterobactérias resistentes a antibióticos em carne moída comercializada no município de Santos, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Monica Masako Nakamotommn_monica@hotmail.com

Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Santos, São Paulo, Brasil.

Esther Alves de Sousaesther_eas@hotmail.com

Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Santos, São Paulo, Brasil.

Camila Silva Cardosoccardoso90@gmail.com

Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Santos, São Paulo, Brasil.

Veridiana Vera de Rossoveriderosso@yahoo.com

Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Santos, São Paulo, Brasil.

Elke Stedefeldtelkesnutri@gmail.com

Universidade Federal de São Paulo, Centro de Desenvolvimento do Ensino Superior, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Sascha Habusascha_ufpr@gmail.com

Instituto Federal de Brasília, Campus Brasília, Distrito Federal, Brasil.

A carne moída é um alimento de fácil acesso e possibilita diferentes preparações ao consumidor. Devido à sua composição nutritiva e maior área de superfície de contato, torna-se um substrato ideal para bactérias deterioradoras e/ou patogênicas, comprometendo a qualidade higiênico-sanitária. A produção da carne está intrinsecamente relacionada com a saúde animal, que muitas vezes, faz uso de antimicrobianos. No entanto, o uso indiscriminado desse medicamento pode favorecer a seleção de bactérias resistentes. O presente estudo, analisou trinta amostras de carne moída quanto a qualidade físico-química e microbiológica no município de Santos/SP, Brasil. A avaliação físico-química consistiu em prova de Éber para produção de gás sulfídrico e amônia, teste de adulteração e determinação de pH. Os resultados apontaram presença de gás sulfídrico em todas as amostras e em amônia, 96,6%. Quanto ao teste de adulteração, apenas uma amostra apresentou possibilidade de adição de sulfito e 13,3% das amostras estavam com o pH fora do valor preconizado pela legislação. A qualidade microbiológica avaliada pelo método Número Mais Provável (NMP), constatou-se a presença de coliformes a 35°C, coliformes termotolerantes e *E. coli* em 100%, 46,6% e 16,6% das amostras, respectivamente. As colônias de enterobactérias que se desenvolveram no meio seletivo Eosina Metileno Blue (EMB) foram isoladas e testadas quanto a resistência a antibióticos. Vinte cepas de enterobactérias foram testadas frente à amoxicilina, ampicilina, estreptomomicina, gentamicina, imipinem e penicilina (10 microgramas/disco) pelo método disco-difusão e constatou-se que 45% das cepas apresentaram resistência a um dos antibióticos e 20% foram resistentes a três antibióticos, simultaneamente.

PALAVRAS-CHAVE: carne moída; enterobactérias; resistência a antibióticos.

INTRODUÇÃO

A carne bovina moída é uma opção nutritiva, de fácil acesso, baixo custo e praticidade quando comparada aos outros tipos de cortes de carne (NUNES, PANETTA, LEVENHAGEN, 2013). Pelo fato de ser moída, elevam-se as chances de contaminação microbiana, devido à maior área de superfície de contato, tornando a qualidade higiênico-sanitária vulnerável à manipulação inadequada, higienização precária de equipamentos, armazenamento em condições impróprias e outros possíveis aspectos podem contribuir para o processo de deterioração da carne. Patógenos como a *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* e a *Escherichia coli* são considerados os principais responsáveis pelos surtos alimentares, sendo motivo de constante preocupação para os órgãos sanitários. Aproximadamente 75% das toxinfecções e toxinoses alimentares nos últimos 10 anos são causadas por patógenos encontrados em animais ou em produtos de origem animal (GOMES *et al.*, 2017; OMS, 2018a).

A carne é um alimento altamente perecível e, na tentativa de manter o produto atraente ao consumidor, fica suscetível à adulteração. Uma prática conhecida é a adição de sulfitos com a função de intensificar a coloração e eliminar odores desagradáveis advindos do processo de deterioração, conferindo a aparência de carne fresca (SCHISSELBERG *et al.*, 2013). Outra adulteração, é a adição de antibióticos na carne moída para inibir a proliferação de microrganismo deterioradores e/ou patogênicos. Tal fato pode influenciar diretamente na saúde dos consumidores. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018b), as superdosagens ou doses inapropriadas, a administração por tempo ou escolha incorreta da droga, torna-se um problema de saúde pública. Ressalta-se entre os danos à saúde, a possibilidade de encontrar bactérias resistentes à antibióticos na microbiota intestinal humana, o que afetaria o tratamento convencional das infecções bacterianas (REDDING *et al.*, 2014).

A resistência das bactérias aos antibióticos pode ser natural ou adquirida. A estrutura celular bacteriana, tal como parede celular, porinas, bombas de efluxo constituem naturalmente a sua defesa contra antimicrobianos e outras substâncias. No entanto, mutações genéticas podem ocorrer como mecanismo de defesa. Para adquirir resistência, a bactéria pode alterar seu DNA de duas formas: a indução de mutação no DNA nativo ou a introdução de genes de resistência (plasmídeo R ou transposon), que podem ser transferidos entre gêneros ou espécies diferentes de bactérias pela recombinação genética, transdução, transformação, conjugação ou transposição (BRASIL, 2017; LOUREIRO *et al.*, 2016; PADILHA; COSTA, 2004; GOMES, 2004). Por este motivo é relevante analisar e controlar os antibióticos utilizados em bovinos e em outros animais que posteriormente servirão de alimento para a população. Cepas bacterianas resistentes aos antibióticos podem provocar possíveis seleções na microbiota intestinal (ADEGOKE; FALEYE; STENSTRÖM, 2018). Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de carne moída bovina comercializada no município de Santos (SP), Brasil e pesquisar a prevalência de enterobactérias resistentes a antibióticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Para esta pesquisa, foram adquiridas trinta amostras de 250 g de carne bovina moída de diferentes supermercados e casas de carnes do município de Santos (SP), Brasil (Localização: Latitude 23° 56' 49,7" Sul, Longitude 46° 19' 7,6" Oeste). As amostras foram transportadas em recipiente térmico, no prazo máximo de 12 horas (conforme o protocolo da RDC nº12 e da RDC nº216), até o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de São Paulo, localizada no campus central da Baixada Santista, Santos (SP) (BRASIL, 2004; BRASIL, 2001). O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de nº 2128021015.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Para a determinação de pH, 10 g de carne moída foram homogeneizadas em água destilada (pH 7,0) e após 5 minutos, realizadas as respectivas aferições. Os testes de Éber para prova de gás sulfídrico e amônia seguiram a normativa técnica do Instituto Adolfo Lutz, assim como o teste de adulteração com sulfito, utilizando-se verde de malaquita para sua realização (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

ANÁLISES DE COLIFORMES A 35 °C E TERMOTOLERANTES E CONFIRMAÇÃO DE *Escherichia coli*

As amostras foram homogeneizadas a partir da unidade amostral (25 g) de cada coleta e foram preparadas as diluições decimais seriadas até a 10^{-3} . O método Número Mais Provável (NMP) quantifica coliformes a 35 °C e termotolerantes em duas etapas principais: teste presuntivo e confirmativo. A primeira etapa seleciona bactérias fermentadoras de lactose com produção de gás em tubos de Durham. Na etapa de confirmação, os tubos positivos no teste presuntivo foram inoculados em dois meios de cultura diferentes: Caldo Verde Bile Brilhante (VB), que seleciona coliformes a 35 °C/24-48 horas e Caldo *Escherichia coli* (EC), que seleciona enterobactérias termotolerantes (45 °C/24-48 horas). Nos casos positivos para coliformes termotolerantes, uma alíquota foi semeada em placa de ágar Eosina Metileno Blue (EMB) a 35 °C/24-48 horas. As colônias rosas indicam a presença de enterobactérias e as colônias com coloração verde metálica brilhante confirma a presença de *E. coli* (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

SELEÇÃO FENOTÍPICA DE BACTÉRIAS RESISTENTES A ANTIMICROBIANOS

As colônias crescidas no ágar EMB foram isoladas e inoculadas em Caldo *Brain Heart Infusion* (BHI) com incubação a 35 °C até atingirem densidade ótica (DO_{600}) = 0,5. Uma alíquota de 0,1 mL do cultivo bacteriano foi uniformemente distribuída com o auxílio de uma alça de Drigalski até a resistência do Ágar Müller Hinton e, em seguida, adicionou-se os discos de antibióticos: amoxicilina, ampicilina, estreptomicina, gentamicina, imipenem e penicilina, com concentração de 10 µg de antibiótico/disco (Laborclim®). Após a incubação de 24 horas/35 °C, foram observados os halos de inibição do crescimento microbiano, mensurados em milímetros (mm), conforme as normas CSLI (*Clinical and Standards Laboratory Institute*) (BRASIL, 2010). As bactérias do controle padrão foram: *Enterococcus faecalis* ATCC 4083, *Escherichia coli* ATCC 11229 e *Salmonella enterica* ATCC 13076 (FioCruz, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, INCQS, Laboratório de Microrganismos de Referência). Essas cepas foram submetidas ao mesmo teste, seguindo as normas do CSLI (BRASIL, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas realizadas foram os testes de Éber para prova de gás sulfídrico e amônia, pH e prova de adulteração para sulfito.

O teste de Éber é uma análise qualitativa e os dados obtidos revelam que todas as amostras tiveram resultados positivos para produção do gás sulfídrico e, para detecção de amônia, apenas 3,3% estavam em conformidade com a legislação. A positividade dos testes é resultante da degradação de aminoácidos, sugerindo estágio de decomposição da carne. As causas para o processo de deterioração são variáveis, mas indicam a inadequação em relação ao estado de conservação do produto.

Algumas pesquisas apresentaram resultados similares aos encontrados neste estudo, como o de Silva *et al.*, (2009) e Conceição e Gonçalves (2009), que encontraram amostras com presença de gases amoníaco, no primeiro estudo, e sulfídrico, no segundo, que são liberados no início do estágio de decomposição. A degradação das proteínas pela ação dos microrganismos presentes na amostra, juntamente com o ácido clorídrico da solução de Éber resulta em um complexo de cloreto de amônio, que pode ser visualizado através das fumaças formadas (BONFADA *et al.*, 2012; CONCEIÇÃO; GONÇALVES, 2009). Já a liberação do gás sulfídrico é decorrente da decomposição dos aminoácidos sulfurados da carne, com a liberação de enxofre, sendo observada a partir da mancha encontrada no

papel filtro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Os dois estudos evidenciaram a decomposição do produto analisado, visto a presença destes gases que, provavelmente, estão relacionados às inadequações de armazenamento e de manipulação do produto (BONFADA *et al.*, 2012).

Em relação ao pH, a legislação brasileira preconiza que o produto cárneo esteja com o pH entre os valores de 5,8 a 6,2 e, as carnes que estiverem com o pH abaixo do valor de 5,5 e acima de 6,4 são classificadas como impróprias para o consumo (BRASIL, 1981).

Das trinta amostras analisadas, 8 (26,6%) apresentaram o valor de pH abaixo do preconizado e quatro amostras (13,3%) estavam com o pH acima do estabelecido pela legislação brasileira. Teke *et al.* (2014) explica que o pH da carcaça animal varia em virtude do estresse e procedimentos antes do abate. Quando o animal é submetido a jejum, a reserva de glicogênio é metabolizada até a exaustão. O consumo do glicogênio ocorre mesmo no período post-mortem e produz lactato, reduzindo o pH.

Na prova de adulteração com sulfito, vinte e nove amostras (96,6%) apresentaram conformidade. Apenas uma amostra indicou a possibilidade de ter sofrido adulteração com sulfito ou outros conservantes, que conferem a aparência de carne fresca em carnes que já estão em estágio de deterioração.

A legislação brasileira não permite a adição de quaisquer aditivos em carnes frescas e congeladas. Como aditivo alimentar, entende-se que é qualquer ingrediente adicionado aos alimentos, intencionalmente, com o intuito de alterar as características químicas, físicas, biológicas e, principalmente, sensoriais do produto. Além de mascarar a decomposição da carne, esta substância apresenta efeitos carcinogênicos e mutagênicos e pode ocasionar crises asmáticas, anafilaxia e urticária em indivíduos sensíveis ao sulfito (FERNANDES, *et al.*, 2014; BRASIL, 1997). O sulfito geralmente é utilizado com o intuito de conservar os alimentos, devolvendo a coloração vermelho viva da carne bovina e mascarando eventuais maus odores e outros aspectos físicos característicos de deterioração. Apresenta ação antioxidante, antimicrobiana e redutora, participando no controle do escurecimento enzimático e não enzimático, prolongando sua validade comercial (FERNANDES, *et al.*, 2014). Embora não seja permitido seu uso, Conceição & Gonçalves (2009) e Silva *et al.* (2009) encontraram resultados que indicaram a adição de sulfito ou outros conservantes na carne bovina. Os estudos evidenciam a falta de acesso as informações corretas, a necessidade de conscientização dos comerciantes, manipuladores e produtores quanto à utilização destas substâncias, considerando os malefícios que elas podem ocasionar à saúde humana.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Das trinta amostras adquiridas no município de Santos, São Paulo, Brasil, constatou-se que todas continham coliformes a 35°C, quatorze amostras (46,6%) indicaram presença para coliformes termotolerantes e, dentre estas, seis amostras (20%) confirmaram a presença de *E. coli*. A presença de coliformes termotolerantes evidencia falhas de boas práticas de fabricação, devido aos possíveis erros no processo de manipulação e armazenamento da carne, que podem ter ocorrido desde o momento do abate até a distribuição do produto para o consumidor. O armazenamento incorreto, assim como a incorreta higienização das mãos, dos utensílios e equipamentos podem ser considerados fatores que expliquem a presença de coliformes a 35 °C e termotolerantes nas carnes moídas cruas (CASABURI *et al.*, 2014).

Estudos realizados em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, obtiveram resultados similares ao presente trabalho, com 16% de coliformes termotolerantes (BONFADA, *et al.*, 2012). Na região nordeste do Brasil, em Natal, Rio Grande do Norte e Aracaju, Sergipe, as amostras de carne moída apresentaram coliformes termotolerantes (LEÃO *et al.*, 2015; LUZ *et al.*, 2015). Os estudos confirmam a presença de coliformes termotolerantes na carne moída entre as diferentes regiões no Brasil. Apesar das evidências, a legislação brasileira não prevê a análise do grupo coliforme, sendo somente preconizada a verificação qualitativa de *Salmonella*. Em países como a Nova Zelândia, o “Food Administration Manual” apresenta, como critério microbiológico a análise de coliformes a 45 °C (NEW ZEALAND, 1995).

As causas da contaminação da carne dependem de vários fatores que são avaliados pela Vigilância Sanitária. Costa *et al.* (2013) em conjunto com técnicos da Vigilância Sanitária avaliaram as condições higiênico-sanitárias e físico-estruturais da área de manipulação de carne *in natura* em minimercados do município de Recife, Pernambuco, e constatou que 80,95% dos estabelecimentos estavam em desacordo com a RDC nº 275/02 e RDC nº 216/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004). Severo *et al.* (2016) avaliaram 10 supermercados em Teresina, Piauí, e concluíram que a classificação foi entre regular e bom, mas que os serviços de alimentação ainda possuem deficiências. Ou seja, as normas estabelecidas pelos órgãos competentes existem e, se cumpridas, contribuiriam para oferecer um produto de melhor qualidade ao consumidor.

No comércio varejista de carnes, o trabalho dos manipuladores necessita de capacitação técnica e treinamento. Conforme estudos realizados por Cunha *et al.* (2015), o viés otimista dos manipuladores em relação as toxinfecções alimentares pode explicar porque os índices de surtos alimentares não diminuem. Apesar da tecnologia, capacitação, programas de certificação e intervenção, o manipulador de alimentos não tem a percepção de que suas ações podem gerar consequências para o

consumidor. É preciso compreender o comportamento e as sensibilidades do manipulador para diferentes estratégias de treinamento e educação.

TESTE DE AVALIAÇÃO DE SENSIBILIDADE AOS ANTIBIÓTICOS

As vinte cepas de enterobactérias isoladas da análise de carne moída foram testadas quanto à sensibilidade e à resistência aos antibióticos e observou-se o halo de inibição do crescimento bacteriano. As cepas de *Enterococcus faecalis* (ATCC 4083), *Escherichia coli* (ATCC 11229) e *Salmonella enterica* (ATCC 13076) foram sensíveis a todos os antibióticos e serviram de referência em todas os antibiogramas realizados.

Para a interpretação do Teste de sensibilidade à antimicrobianos (TSA) foi utilizado como referência os valores dos halos de inibição esperados para *Enterobacteriaceae* e *Enterococcus*, conforme CLSI (BRASIL, 2010) (Tabela 1).

Tabela 1. Referência de valores de halos inibitórios esperados para *Enterobacteriaceae* e *Enterococcus*, de acordo com a CLSI (BRASIL, 2010).

Antibióticos	Resistência	Intermediário (mm)	Sensibilidade
Amoxicilina (20/10 µg)	≤ 13	14-18	>19
Ampicilina (10 µg)	≤ 13	14-16	>17
Gentamicina (10 µg)	≤ 12	13 - 14	>15
Imipinem (10 µg)	≤ 19	20-22	>23
Penicilina G (10 µg)	≤ 14	-	-
Estreptomicina (10 µg)	≤ 12	-	>20

Os resultados obtidos nesse trabalho foram interpretados como resistente (R), sensibilidade intermediária (I) e sensível (S) à antibióticos.

Os dados obtidos no antibiograma demonstraram que as cepas isoladas da carne moída apresentaram resistência a três antibióticos: amoxicilina (38%), ampicilina (19,0%) e penicilina (33%); e não apresentaram resistência a estreptomicina, gentamicina e imipenem (Figura 1). E dentre as cepas isoladas, quatro (20%) demonstraram resistência aos três antibióticos simultaneamente. A amoxicilina e a ampicilina são derivadas da penicilina e são antibióticos de amplo espectro, apresentam estabilidade em meio ácido e têm efeito sobre cocos e bacilos gram-positivos e negativos. Estes antibióticos são inativados por enzimas β-lactamases, que são sintetizadas por bactérias gram-negativas. As enzimas β-lactamases hidrolisam o anel β-lactâmico, inativando os antibióticos (ALTERTHUM, 2004).

Em relação a sensibilidade intermediária das bactérias, observou-se presente em todos os antibióticos testados. As enterobactérias isoladas apresentaram valores que se destacaram quanto a sensibilidade intermediária para estreptomicina (57,1%), gentamicina (80,9%) e

imipenem (76,2%). Adegoke, Adekunle e Stenström (2018) descreveram que os antibióticos liberados em concentrações sub-letais no ambiente por diferentes rotas (resíduos animais, humanos e industriais) causam a seleção de bactérias com genes resistentes à antibióticos e contribui para o aumento da múltipla resistência, da resistência extrema até chegar a resistência total.

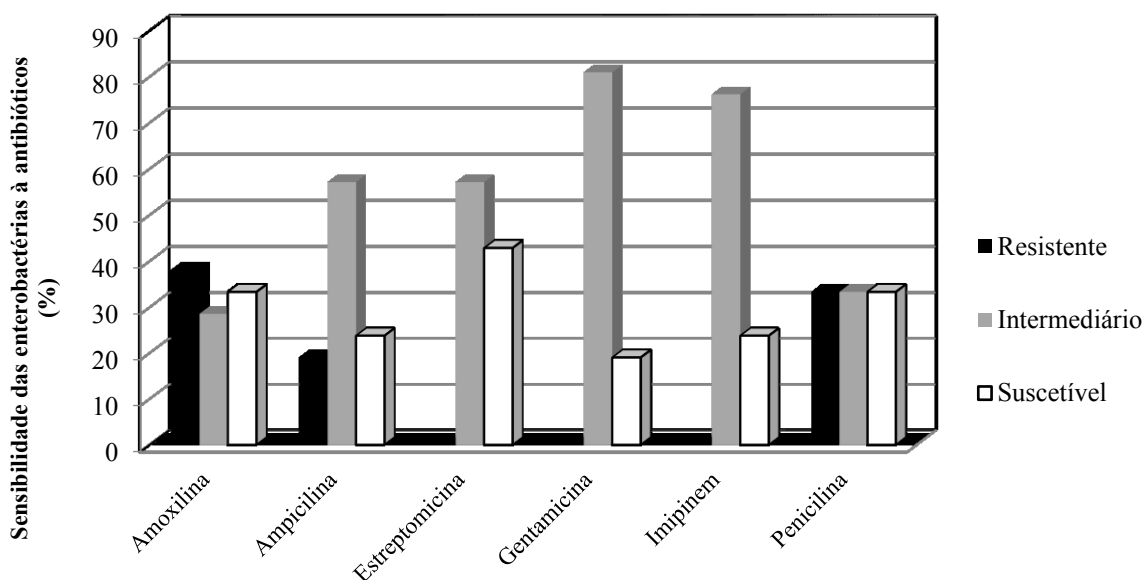


Figura 1 - Avaliação da sensibilidade de enterobactérias isoladas de carne moída à antibióticos.

As cepas isoladas que apresentaram sensibilidade foram presentes em todos antibióticos testados com as porcentagens variando de 19% (gentamicina) a 42,8% (estreptomicina) (Figura1). A estreptomicina e a gentamicina são aminoglicosídeos que alteram a função dos ribossomos bacterianos, sendo ativas contra bactérias gram-negativas aeróbias e alguns estafilococos. A principal forma de resistência bacteriana a estes antibióticos ocorre por meio dos plasmídios R. O imipenem é um carbapenêmico de amplo espectro e requisitada para o tratamento de bactérias multirresistentes. São antibióticos estáveis frente à maioria das β -lactamases e são considerados fármacos de reserva, para tratamento de infecções hospitalares complexas (NEVES *et al.*, 2011; LOUREIRO *et al.*, 2016).

As possíveis fontes de transmissão de bactérias resistentes a antibióticos mais evidentes em carnes são a manipulação e o uso veterinário de antibiótico. Em países como a África do Sul, apresentaram-se estudos com *Escherichia coli* O157:H7 resistentes a antibióticos (ABONGO; MOMBA, 2009). Pesquisas com *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* em carne de frango realizados em Bangkok (Tailândia) revelam que todas as bactérias isoladas foram resistentes ao menos a um antibiótico testado (AKBAR;

ANAL, 2013). Um estudo realizado com linguiça frescal suína em Santa Catarina, encontrou 36 isolados de *Salmonella sp.*, (56,67%) resistentes a pelo menos um tipo de antibiótico e 20% apresentaram multirresistência (SPRICIGO *et al.*, 2008).

Outra pesquisa realizada com amostras de carne bovina moída, obtidas na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, analisou 3 espécies de bactérias diferentes (*Escherichia coli*, *Salmonella sp.* e *Staphylococcus coagulase*). Algumas cepas das 3 bactérias analisadas mostraram-se resistentes aos antimicrobianos testados além de outras apresentarem multirresistência (VOLCÃO *et al.*, 2016). Estes estudos relatam o uso de antibióticos nas propriedades de exploração zootécnica e discutem a influência na microbiota intestinal normal do animal e a possibilidade de aquisição de plasmídeos de resistência. Muitas vezes, as doses administradas de antibióticos não são absorvidas completamente e podem ser excretados nas fezes e na urina, ocasionando a contaminação ambiental (TASHO *et al.*, 2016; MENZ; SHNEIDER; KUMMERER, 2015).

Alguns fatores comportamentais e ambientais podem ser citados como causas de contaminação cruzada. Tan *et al.* (2014), isolou *E. coli* das mãos de manipuladores e estas bactérias apresentaram resistência à penicilina, cloranfenicol, sulfametozol-trimetopima, ampicilina, trimetopima, canamicina, tetraciclina e ciproflaxacina, sendo sensíveis apenas à gentamicina e nitrofurantoína.

O uso de antibióticos em humanos e animais é uma prática difícil de ser substituída. No entanto, é possível minimizar o impacto com a conscientização para o uso correto do medicamento.

CONCLUSÃO

A qualidade físico-química da carne moída comercializada no município de Santos, São Paulo, sugere que a maioria das amostras estavam em possível processo de deterioração. E apenas uma amostra apresentou possibilidade de adulteração em relação a adição de sulfito. No que concerne à qualidade microbiológica, constatou-se a presença de *E. coli*, em 20% das amostras. A *E. coli* é um microrganismo indicador de contaminação fecal e demonstra a deficiência na qualidade higiênico-sanitária. O presente estudo isolou enterobactérias resistentes à três antibióticos testados: amoxicilina, ampicilina e penicilina. Essas bactérias podem causar danos à saúde humana, devido a ineficácia no tratamento terapêutico com antimicrobianos, visto a transmissão de resistência de uma bactéria para outra.

Desta forma, verifica-se a necessidade de orientar o uso correto de antibióticos desde a cadeia produtiva até o consumidor. Além de proporcionar uma capacitação de qualidade aos colaboradores para a implantação do manual de boas práticas de manipulação nos

estabelecimentos varejistas de carnes. Tais atitudes são imprescindíveis para reduzir a contaminação microbiana e proporcionar maior qualidade do produto para o consumidor.

Evaluation of hygienic-sanitary quality and prevalence of enterobacteria resistant to antibiotics of ground meat sold in Santos, São Paulo, Brazil.

ABSTRACT

Ground beef is easily accessible food and allow different preparations for consumer. Because of its nutritional composition and larger contact surface area, becomes an ideal substrate for deteriorating and/or pathogenic bacteria, compromising hygienic-sanitary quality. Meat production is intrinsically related to animal health, which often makes use of antimicrobials. However, the indiscriminate use of this medicine may favor the selection of resistant bacteria. In the present study analyzed 30 ground beef samples for physicochemical and microbiological quality in Santos/SP, Brazil. The physic-chemical evaluation consisted of the Eber test to produce sulfuric gas and ammonia, adulteration test and pH determination. The results indicated the presence of sulfuric gas in all samples and in ammonia, 96.6%. As for the adulteration test, only one sample presented possibility of sulfite addition and 13.3% and of the samples were with the pH outside the value recommended by the legislation. The microbiological quality evaluated by Most Probable Number (MPN) methods, confirmed the presence of coliforms at 35°C, thermotolerant coliforms and *E. coli* in 100%, 46.6% and 16.6% of the sample, respectively. Colonies of enterobacteria that developed in the selective medium Eosin Methylene Blue (EMB) were isolated and tested for antibiotic resistance. Twenty strains of enterobacteria were tested against amoxicillin, ampicillin, streptomycin, gentamicin, imipenem and penicillin (10 microgram/disc) by disk-diffusion method and it was found that 45% of the strains showed resistance to one of the antibiotics and 20% were resistant to three antibiotics simultaneously.

KEYWORDS: ground beef; enterobacteria; antibiotic resistance.

REFERÊNCIAS

ABONGO, B. O.; MOMBA, M. N. B. Prevalence and characterization of *Escherichia coli* O157:H7 isolated from meat and meat products sold in Anathole District, Eastern Cape Province of South America. **Food Microbiology**, n. 26, p.173-176, 2009.

ADEGOKE, A. A.; FALEYE, A. C.; STENSTRÖM, T. A. Residual antibiotics, antibiotic resistant superbugs and antibiotic resistance genes in surface water catchments: Public health impact. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, vol. 105, p. 177-183, 2018.

AKBAR, A.; ANAL, A. K. Prevalence and antibiogram study of *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* in poultry meat. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 2, p. 163-168, 2013.

ALTERTHUM, F. Mecanismo de ação dos antibacterianos e mecanismos de resistência. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 2004, p. 79-84.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diretriz Nacional para Elaboração de Programa de Gerenciamento do Uso de Antimicrobianos em Serviços de Saúde**. Disponível em: <portal.anvisa.gov.br/.../667979c2-7edc-411b-a7e0-49a6448880d4> Acesso em 01 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Bovinos e bubalinos**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão: Norma Aprovada – Oitava Edição, M2-A8, v. 23, n. 1 substitui a Norma M2-A7, v. 20 n. 1, 2010.**

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº216, 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, 16 set. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**, 23 out., 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, 10 jan., 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico: Aditivos alimentares. **Portaria nº 540**, Brasília, DF, 27 out. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**, v. 2, 1981. Brasília, DF. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária: Laboratório Nacional de Referência Animal.

BONFADA, D. H.; KINDLEIN, L.; VILARINHO, R. C.; BERGMANN, G. P. Presença de sulfito de sódio e sua influência nas características físico-químicas e microbiológicas de carnes bovinas moídas resfriadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 2, p. 1036, 2012.

CASABURI, A.; PIOMBINO, P.; NYCHAS, G. J.; VILLANI, F.; ERCOLINI, D. Bacterial populations and the volatillome associated to meat spoilage. **Food Microbiology**, p. 1-20, 2014.

CONCEIÇÃO, F. V. E.; GONÇALVES, E. C. B. A. Qualidade físico-química de mortadelas e carnes moídas e conhecimento dos consumidores na conservação destes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2009.

COSTA, J. N. P.; SANTOS, V. V. M.; SILVA, G. R.; MOURA, F. M. L.; GURGEL, C. A. B.; MOURA, A. P. B. L. Condição higiênica-sanitárias e físico-estruturais da área de manipulação de carne *in natura* em mini-mercados de Recife (PE), Brasil. **Arquivos Instituto Biologia**, v. 80, p. 352-358, 2013.

CUNHA, D. T.; BRAGA, A. R. C.; PASSOS, E. C.; STEDEFELDT, E.; ROSSO, V. V. The existence of optimistic bias about foodborne disease by food handlers and its association with training participation and food safety performance. **Food Research International**, 75, p. 27-33, 2015.

FERNANDES, M. F. T. S.; CAVALCANTI, E. F. T. S. F.; SILVA, J. G.; ALBUQUERQUE, P. P. F.; MOURA, A. P. B. P. Pesquisa de sulfito de sódio em amostras de carne moída comercializadas na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira Medicina Veterinária**, v. 36, n. 1, p. 42-44, 2014.

GOMES, A. F. A.; ALMEIDA, E. E. S.; SOUZA, S. A.; SILVA, J. P.; AMÂNCIO, T. A.; SANTOS, C. C.; BARBOSA, R. P.; OLIVEIRA, F. S.; FARIAS, P. K. S. Avaliação

microbiológica de carnes moídas bovinas em diferentes estabelecimentos comerciais. **Cadernos de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 95–100, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1. **Métodos Químicos e Físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 3. ed., 1985.

LEÃO, S. C.; BARRETO, D. M.; RIBEIRO, V. C.; SANTANA, R. F.; MELO, C. M.; LIMA, A. S.; BATISTA, M. V. A. Qualidade Microbiológica e Parasitológica da Carne Moída Comercializada em Aracaju/SE. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 6, n. 2, p. 15–22, 2015.

LOUREIRO, R. J.; ROQUE, F.; RODRIGUES, A. T.; HERDEIRO, M. T.; RAMALHEIRA, E. O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 77–84, 2016.

LUZ, J. R. D.; ARAÚJO, J. H. L. BATISTA, D.; SILVA, T. C.; ARAÚJO, L. B. A.; CARVALHO, C. T. Qualidade microbiológica da carne moída comercializada em Natal, Rio Grande do Norte. **Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 2, n. 2, 2015.

MENZ, J.; SHNEIDER, M.; KUMMERER, K. Usage pattern-based exposure screening as a simple tool for the regional priority-setting in environmental risk assessment of veterinary antibiotics: a case study of north-western Germany. **Chemosphere**, v. 127, p. 42–48, 2015.

NEVES, P. R.; MAMIZUKA, E. M.; LEVY, C. E.; LINCOPAN, N. *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente: um problema endêmico no Brasil. **Journal Brazilian Pathology Medicine Laboratory**, v. 47, n. 4, p. 409–420, 2011.

NEW ZEALAND. Ministry of Health. The Food Administration Section. Microbiological reference criteria for food. In: **Food Administration Manual**. version 2.0. Wellington, 1995. 25p.

NUNES, L. B. S.; PANETTA, J. C.; LEVENHAGEN, R. S. Análise microbiológica e determinação de pH de carne bovina moída comercializada em duas redes de supermercados da cidade de São Paulo. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n. 220/221, p. 142–145, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Foodborne disease**. Disponível em: < <https://goo.gl/zXQKs6>>. Acesso em: 29 mai. 2018a.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Food safety**. Disponível em: <who.int/foodsafety/areas_work/antimicrobial-resistance/cia_guidelines/en/>. Acesso em 30 mai. 2018b.

PADILHA, G.; COSTA, S. O. P. Genética bacteriana. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, p. 37-49.

REDDING, L. E.; CUBAS-DELGADO, F.; SAMUEL, M. D.; SMITH, G.; GALLIGAN, D. T.; LEVY, M. Z.; HENESSY, S. The use antibiotics on small dairy farms in rural Peru. **Preventive Veterinary Medicine**, v.113, p. 88-95, 2014.

SCHISSELBERG, D. B.; KLER, E.; KALILY, E.; KISLUK, G.; KARNIEL, O.; YARON, S. Inactivation of foodborne pathogens. In ground beef by cooking with highly controlled radio frequency energy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 160, p. 219-226, 2013.

SEVERO, J. S.; ANDRADE, A. L. P.; LIMA, E. M. H.; CUNHA, F. B.; OLIVEIRA, H. M. R.; REGO, R. K.; MORAIS, J. B. S.; SILVA, A. S.; EULÁLIO, J. M. L.; MARTINS, L. M. Segurança alimentar e controle de qualidade em uma rede de supermercados de Teresina-PI. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, p. 112-124, 2016.

SILVA, C.; MONTEIRO, M. L. G.; RIBEIRO, R. O. R.; GUIMARÃES, C. F. M.; MANO, S. B.; PARDI, H. S.; MÁRSICO, E. T. Presença de aditivos conservantes (nitrito e sulfito) em carnes bovinas moídas, comercializadas em mercados varejistas. **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, v. 16, n. 1, p. 33-36, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001. 229 p.

SPRICIGO, D. A.; MATSUMOTO, S. R.; ESPÍNDOLA, M. L.; FERRAZ, S. M. Prevalência, quantificação e resistência a antimicrobianos de sorovares de *Salmonella* isolados de linguiça frescal suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 779-785, out-dez, 2008.

TAN, S. L.; LEE, H. Y., MAHYUDIN, N. A. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* isolated from handler's hands. **Food Control**, v. 44, p. 203-207, 2014.

TRABULSI, L. R.; MIMICA, I. M.; MIMICA, L. M. J. Características dos principais grupos de antibacterianos: Espectro de ação e indicações. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 2004, p. 85-89.

TASHO, R. P. E; CHO, J. Y. Veterinary antibiotics in animal waste, its distribution in soil and up take by plants: a review. **Science of the Environment**, v. 563-564, p. 366-376, 2016.

TEKE, B.; AKDAG, F.; EKIZ, B.; UGURLU, M. Effects of diferente lairage time after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental Bulls. **Meat Science**, v. 96, p. 224-229, 2014.

VOLCÃO, L. M.; MARQUES, J. L.; BERNARDI, E.; RIBEIRO, G. A. Saúde e Segurança Alimentar: Isolamento e análise do perfil de suscetibilidade de bactérias patogênicas de alimentos. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, Santa Cruz do Sul, v. 6, n. 4, p. 197-202, 2016.

Recebido: 29 ago. 2017.

Aprovado: 07 jun. 2018.

DOI: 10.3895/rebrapa.v9n2.6988

Como citar:

NAKAMOTO, N. M. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária e prevalência de enterobactérias resistentes a antibióticos em carne moída comercializada no município de Santos, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 9, n. 2, p. 64-79, abr./jun. 2018. Disponível em:
<https://periodicos.ufpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Sascha Habu

Instituto Federal de Brasília, Campus Brasília, SGAN Quadra 610, Módulo D, E, F, G, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil, CEP: 70830-450.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

