

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Dissertação

Avaliação microbiológica de uma linha de processamento de *Beef Jerky*

Fernanda Pereira Fernandes

Pelotas, 2014.

Fernanda Pereira Fernandes

Avaliação microbiológica de uma linha de processamento de *Beef Jerky*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eduarda Hallal Duval
Co-orientador: Prof. Dr. Wladimir Padilha da Silva

Pelotas, 2014.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Eduarda Hallal Duval – UFPel (orientadora)

Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia dos Santos da Conceição – UFPel

Prof. Dr. Éverton Fagonde da Silva - UFPel

Prof^a. Dr^a. Ângela Maria Fiorentini – UFPel (suplente)

Fernanda Pereira Fernandes

Avaliação microbiológica de uma linha de processamento de *Beef Jerky*

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 10 de dezembro de 2014

Banca examinadora:

**Prof^a. Dr^a. Eduarda Hallal Duval (orientadora)
Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Santa Catarina**

**Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia dos Santos da Conceição
Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas**

**Prof. Dr. Éverton Fagonde da Silva
Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas**

**Prof^a. Dr^a. Ângela Maria Fiorentini
Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina**

*Dedico este trabalho à minha família,
Rafaela, Carlos e Célia, com muito
amor.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e perseverança para conclusão desta etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Pelotas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que permitiu a realização deste trabalho.

À minha família, que me incentivou e apoiou tanto nesta caminhada. Aos meus grandes mestres Enrique Brufao e Marcos Francisco Fernandes, pelos ensinamentos durante na minha trajetória profissional e acadêmica.

Aos funcionários da indústria onde o experimento foi realizado, os quais sempre foram muito prestativos nas ajudas solicitadas.

Às minhas amigas de Bagé que tanto me ajudaram durante as idas e vindas a Pelotas.

À minha companheira de Mestrado e viagens, Márcia Coradini.

À minha orientadora, Eduarda Hallal Duval, pela oportunidade e atenção que me concedeu.

À nova amiga Flávia Voloski, que com muita paciência me ajudou no decorrer deste trabalho.

Aos professores Wladimir Padilha da Silva e Ângela Maria Fiorentini, pela presteza e excelentes ensinamentos sempre.

E a todos que acompanham na minha caminhada e de uma forma muito clara e positiva torcem pelo meu sucesso.

Obrigada!

Resumo

FERNANDES, Fernanda Pereira. **Avaliação microbiológica em linha de processamento de Beef Jerky**. 37f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Beef Jerky é um produto cárneo curado, termicamente processado, seco e pronto para o consumo, produzido no Brasil, basicamente, com fins de exportação. Os objetivos deste estudo foram avaliar a qualidade microbiológica de uma linha de processamento de *Beef Jerky* e do produto final, e comparar duas técnicas de detecção de *Salmonella* em alimentos. Nas cinco coletas realizadas, foram amostradas superfícies de processamento e a matéria-prima durante etapas da linha de produção, bem como o produto final. Verificou-se a presença de coliformes a 45°C em todas as superfícies analisadas, sem diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$). Também verificou-se presença na matéria-prima, onde observou-se contagens significativamente superiores após a marinação (3,0 Log NMP/g), cura (2,9 Log NMP/g) e exposição nos varais de secagem (2,9 Log NMP/g) em comparação com a matéria-prima inicial (1,7 Log NMP/g) e após a secagem (1,7 Log NMP/g). *Escherichia coli* foi identificada na superfície do varal de secagem (1,2 Log NMP/cm²), e na esteira da sala de produção (0,6 Log NMP/cm²). Além disso, *Salmonella* também foi encontrada na superfície do varal de secagem. A matéria-prima após o fatiamento, após marinação e exposição nos varais, também apresentou este patógeno. Todas as amostras positivas para *Salmonella* no Mini-Vidas também foram confirmadas no método convencional de detecção. Apesar da ausência de patógenos no produto final, sugere-se que as práticas higiênico-sanitárias sejam intensificadas na linha de processamento de *Beef Jerky*, garantindo um produto seguro ao consumidor.

Palavras-chave: produto cárneo curado e seco; coliformes a 45°C; *Escherichia coli*; *Salmonella*.

Abstract

FERNANDES, Fernanda Pereira. **Microbiological assesment of *Beef Jerky* processing line**. 37p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Beef Jerky is a dry-cured meat product processed by heat treatment, it is a ready to eat meat product produced in Brazil for exportation, basically. This study aims to evaluate the microbiological quality of a processing line of *Beef Jerky* as well as the final product to compare two detection techniques of *Salmonella* in food. Processing surfaces and the raw material during steps of the line production as well as the final product were sampled the five collects performed. The presence of fecal coliform was verified at 45°C in all the analyzed surface, with no statistics difference between the samples ($p < 0,05$). Also, it was verified the presence in the raw material where significantly larger counts were observed after marination (3,0 Log NMP/g), curing (2,9 Log NMP/g) and exposition on drying lines (2,9 Log NMP/g) in comparison to the initial raw material (1,7 Log NMP/g) and after drying (1,7 Log NMP/g). *Escherichia coli* was identified on the drying line surface (1,2 Log NMP/cm²), as well as on the production line conveyor belt (0,6 Log NMP/cm²). Besides, *Salmonella* was found on the drying line surface. After slicing, marination and exposition on drying lines the raw material also presented this pathogen. All the positive samples for *Salmonella* in the Mini-Vidas were also confirmed in the conventional method of detection. Despite the absence of pathogens in the final product, it is suggested an intensification of the hygienic and sanitary practices in the processing line of *Beef Jerky* to guarantee the consumer a safe product.

Keywords: dry-cured meat product; coliform at 45°C; *Escherichia coli*; *Salmonella*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	15
2.1. Objetivos gerais	15
2.2. Objetivos específicos	15
3 ARTIGO	16
Avaliação microbiológica de uma linha de processamento de <i>Beef Jerky</i>	16
3.1. Introdução	16
3.2. Materiais e métodos	17
3.2.1 Coleta das amostras	17
3.2.1.1 Amostras de superfície.....	17
3.2.1.2 Amostras de matéria-prima e produto final.....	18
3.2.2 Análises microbiológicas	18
3.2.2.1 Salmonella.....	18
3.2.2.1.1 MINI VIDAS.....	18
3.2.2.1.2 Método convencional	19
3.2.2.2 Enumeração de coliformes a 45°C e <i>Escherichia coli</i>	19
3.2.2.2.1 Análise estatística	20
3.3. Resultados e discussão	20
3.4. Conclusão	25
3.5. Referências	25
4 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no mundo, pertencendo ao Brasil o segundo maior rebanho efetivo, com aproximadamente 200 milhões de cabeças (BRASIL, 2014).

Em 2013, as exportações brasileiras de carne bovina atingiram 1,5 milhões de toneladas, o que representa 20% da produção de carne bovina do país, enquanto os outros 80% permanecem no mercado interno, onde o consumo é de aproximadamente 41 Kg por habitante/ano. Dentre as exportações, 1,2 milhões de toneladas são de carne *in natura*, 210 mil toneladas são miúdos e tripas, e 100 mil toneladas são produtos industrializados, entre eles o *Beef Jerky*, produzido ainda em pequena escala no Brasil (ABIEC, 2014). Embora o *Beef Jerky* seja um produto fabricado mundialmente, a produção brasileira é praticamente destinada à exportação, sendo os principais importadores os Estados Unidos, Inglaterra e o Japão.

O elevado consumo de carne no mundo é justificado pela sua composição (75% de água, 22% de proteínas, 1,8% de carboidratos, 1,2% de sais minerais, contendo também ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B), que é de extrema importância para o metabolismo do homem, pois possibilita a produção de energia, a formação de novos tecidos e a regulação dos processos fisiológicos, além do seu elevado valor nutricional e sabor característico, bastante apreciado pelos consumidores (PARDI et al., 1993; WHO, 2014).

O aumento progressivo da população e, conseqüentemente, da renda e demanda *per capita*, proporcionou, além do incremento no consumo de alimentos cárneos tradicionais, uma maior procura por produtos cárneos diferenciados, práticos, seguros e de qualidade. Dentre os processos hoje existentes para a obtenção destes tipos de produtos, a cura seca é um dos mais antigos (FAO, 1992; HAYES et al., 2007).

O processo de cura tem sido empregado atualmente com o objetivo de aprimorar a cor e o sabor dos produtos cárneos, sendo cloreto de sódio (NaCl), nitrito, nitrato e açúcar os ingredientes mais utilizados. Além disso, aliado à secagem, este processo auxilia na conservação dos produtos, já que a redução da atividade de água inibe parcialmente o crescimento microbiano (JAY, 1996).

Até a década de 40, quando ocorreu a normatização do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) no Brasil, o processo de secagem era realizado através da exposição direta da carne aos raios solares, temperatura, umidade e circulação de ar natural, o que foi gradualmente substituído por estufas hermeticamente fechadas, as quais utilizam altas temperaturas, baixa umidade e circulação de ar intensa (FAO, 1990; PARDI et al., 1996).

O processamento artesanal de produtos cárneos salgados manteve-se com poucas alterações por vários anos, até o surgimento de alguns produtos diferenciados, entre eles o *Beef Jerky*. Este é um produto similar ao charque, produzido a partir de matéria-prima de qualidade, através de processos de marinação e secagem, contendo nitrato e nitrito de sódio. Dentre as matérias-primas utilizadas para a sua fabricação, encontram-se carne bovina, suína, de aves, de veado e até mesmo de peixe (CALICIOGLU et al., 2003a; KONIECZNY et al., 2007; YANG et al., 2009), embora a legislação vigente no Brasil cite apenas a carne bovina como matéria-prima para *Beef Jerky* (BRASIL, 2011).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), *Beef Jerky* é um produto cárneo (bovino) curado, termicamente processado e seco, pronto para o consumo, estável em temperatura ambiente, com atividade de água abaixo de 0,80 e relação umidade/proteína de 0,75/1, não necessitando, portanto, de refrigeração quando exposto ao consumo (BRASIL, 2011). É bastante nutritivo, possuindo baixo teor de gordura e alto teor de proteína e ferro (CALICIOGLU et al., 2003a). Gormley et al. (2010) afirmam que todas estas características proporcionam uma vida útil longa ao produto, que pode se estender por até 12 meses.

A forma de preparo do *Beef Jerky* é bastante variada, dependendo das características desejadas no produto final. Podem ser utilizadas fatias de diferentes espessuras, variações no processo de marinação e cura (tempo,

temperatura e quantidade de ingredientes) e no tipo de processo de secagem utilizado (forno, desidratador ou defumadouro) (CALICIOGLU et al., 2003a). A forma tradicional de produção consiste no fatiamento de um músculo inteiro, seguido por etapas de marinação, cura, secagem e embalagem (CHOI et al., 2008; USDA, 2014).

No processo de fatiamento, a carne pode ser fatiada ou moída, sendo, neste caso, formatada em tiras (BRASIL, 2011). Em ambas as situações, a carne é manipulada pelos colaboradores para ser colocada em equipamentos providos de lâminas apropriadas para estes processos.

Já na etapa de marinação e cura, as tiras são imersas em uma solução contendo água, sal, açúcar e outros ingredientes e/ou aditivos autorizados, entre eles, pimenta, nitrito e nitrato. Este processo pode ser feito em tanques abertos ou hermeticamente fechados. Após a marinação, os produtos são submetidos ao processo de cura, que pode variar de duas a 24 horas, quando o produto fica em mistura com os demais ingredientes, sendo posteriormente disposto em varais de aço inoxidável para ser conduzido à estufa de secagem (USDA, 2014).

No processo de secagem, também conhecido como processo de letalidade, em uma estufa hermeticamente fechada, é realizado o tratamento térmico responsável pelo controle de perigos biológicos, garantindo a inocuidade do produto final (BRASIL, 2011). Normalmente utilizam-se temperaturas em torno de 90°C por, no mínimo, 40 minutos, para que o interior do produto atinja 71,1°C. Caso sejam utilizados valores diferentes de temperatura, recomenda-se que o tempo do processo seja ajustado. O monitoramento da umidade relativa da estufa também é um fator fundamental para assegurar a eficiência do processo, pois se o produto for desidratado antes de atingir a temperatura de letalidade adequada, os possíveis micro-organismos presentes podem tornar-se resistentes ao calor (USDA, 2014).

Transcorrido o período correspondente ao processo de letalidade, o produto permanece na estufa, onde há uma diminuição da temperatura para aproximadamente 83°C, visando a sua dessecação e obtenção dos parâmetros de atividade de água (<0,80) e relação umidade/proteína (0,75/1) exigidos pela legislação (BRASIL, 2011).

A última etapa da produção consiste na embalagem do produto final, realizada em uma área restrita, onde a entrada de pessoas é limitada e a manipulação reduzida, a fim de evitar novas contaminações. O produto é retirado dos varais de secagem e, através de uma esteira, é conduzido até o detector de metais. Posteriormente, é acondicionado em atmosfera modificada, em embalagens de 13 Kg. Nos países importadores, estas embalagens são abertas e o produto é acondicionado em embalagens menores, contendo aproximadamente 100 gramas de produto cada.

Embora a composição e a própria elaboração deste produto ofereçam obstáculos à sobrevivência e ao crescimento microbiano (CALICIOGLU et al., 2002), as inúmeras etapas de manipulação durante o seu processamento aumentam a possibilidade de contaminação cruzada por muitas espécies de micro-organismos, tanto patogênicos como deteriorantes. Estes, podem comprometer a qualidade microbiológica do produto final caso não sejam adotadas práticas higiênico-sanitárias adequadas (BORCH et al., 1996; YOUSSEF et al., 1998).

Segundo Yoon et al. (2005), os procedimentos de controle de bactérias patogênicas durante o processamento e elaboração de *Beef Jerky* devem ser melhor avaliados, pois este produto já foi associado a surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA's). Eidson et al. (2000) relatam oito surtos de *Salmonella*, com 250 casos confirmados, associados ao consumo de *Beef Jerky* contaminado entre os anos de 1966 e 1995 no Novo México. Keene et al. (1997) também citam um surto envolvendo *Escherichia coli* O157:H7 neste tipo de produto no ano de 1995 em Oregon.

Comumente encontrados no trato gastrointestinal de humanos, animais de sangue quente e também no meio ambiente, *Salmonella* e *Escherichia coli* são micro-organismos patogênicos (JAY et al., 1996; ALBA et al., 2012), que possuem capacidade de sobreviver em ambientes secos, na água e também sob temperaturas de refrigeração (FRANCO et al., 2008; STOLLEWERK et al., 2012). Os bovinos são hospedeiros naturais dessas bactérias e as eliminam, através das fezes, sem nenhum sinal clínico de doença, o que pode ocasionar a contaminação e persistência destes micro-organismos ao longo da cadeia da carne, oferecendo risco à saúde do consumidor (BUNCIC et al., 2012).

Salmonella e *Escherichia coli* são bacilos Gram negativos, anaeróbios facultativos e membros da família *Enterobacteriaceae*. *Salmonella* é capaz de crescer em temperaturas entre 5°C e 45°C, pH entre 6,5 e 7,5 e atividade de água entre 0,94 e 0,99, enquanto que *E. coli* é capaz de crescer em temperaturas entre 7°C e 46°C, pH entre 4,4 e 9,0 e atividade de água de 0,95. Pertencendo ao grupo dos coliformes termotolerantes, *E. coli* fermenta a lactose com produção de gás a 44°C - 45°C (TRABULSI et al., 2005; FRANCO et al., 2008).

Garantir a produção de alimentos seguros é um processo complexo que depende da implementação de uma ampla gama de medidas de controle coordenadas em todos os níveis da cadeia produtiva (SPRICIGO et al., 2013). Como o *Beef Jerky* é um produto produzido no Brasil, basicamente, com fins de exportação, é necessária a implementação do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na sua linha de produção (BRASIL, 2005).

Para controle de micro-organismos na indústria, a Inspeção Federal deve encaminhar amostras de *Beef Jerky* a laboratórios oficiais para a pesquisa de *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*, bem como para a determinação da atividade de água e da relação umidade/proteína na frequência de uma amostra por mês (BRASIL, 2011). Segundo a RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001, os produtos cárneos maturados, *Jerked Beef* e similares, devem apresentar a ausência de *Salmonella* em 25 g, contagem máxima de coliformes a 45°C de 10^3 NMP/g e contagem máxima de estafilococos coagulase positiva de 5×10^3 NMP/g (BRASIL, 2001).

Para detecção de *Salmonella*, coliformes a 45°C e *Escherichia coli* O157:H7, as análises utilizadas pelos laboratórios credenciados seguem os métodos convencionais conforme a Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2003). Na indústria, a técnica utilizada como forma complementar de detecção de *Salmonella*, é o teste MINI VIDAS® Biomérieux, uma análise imunoenzimática qualitativa que permite a detecção de antígenos de *Salmonella* pela técnica de ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay), (Manual de utilização MINI VIDAS® versão 5.6.0, 2012). O MINI VIDAS® Biomérieux detecta mudanças químicas em uma cubeta óptica especializada, montada no final de cada tira do reagente, na qual a fluorescência do substrato é medida.

Terminado o teste, os resultados são analisados automaticamente pelo aparelho, que fornece um valor para cada amostra. Este valor é comparado com referências internas (limiares) e cada resultado é interpretado como positivo ou negativo.

Em função do exposto acima, estudos em relação a contaminação por patógenos na linha de produção do *Beef Jerky* são de grande valia, por serem bastante escassos os dados publicados até o momento.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

- Avaliar a contaminação microbiana em uma linha de processamento de *Beef Jerky* e no produto final, pronto para o consumo;

2.2. Objetivos específicos

- Verificar a contaminação por coliformes a 45°C, *Escherichia coli* e *Salmonella* em linha de produção de *Beef Jerky* e no produto final, pronto para o consumo
- Confrontar duas técnicas de detecção de *Salmonella*.

3 ARTIGO

Avaliação microbiológica de uma linha de processamento de *Beef Jerky*

3.1. Introdução

Em 2013, as exportações brasileiras de carne bovina atingiram 1,5 milhões de toneladas. Dentre essas, 100 mil toneladas são produtos industrializados, entre eles o *Beef Jerky*, produzido ainda em pequena escala no Brasil (ABIEC, 2014). Embora o *Beef Jerky* seja um produto fabricado mundialmente, a produção brasileira é praticamente destinada à exportação, sendo os principais importadores os Estados Unidos, Inglaterra e o Japão.

O aumento progressivo da população e, conseqüentemente, da renda e demanda *per capita*, fez com que ocorresse o aumento pela procura por produtos cárneos diferenciados, práticos, seguros e de qualidade. O processo de cura tem sido empregado atualmente com o objetivo de aprimorar a cor e o sabor dos produtos cárneos, e aliado à secagem, auxilia na conservação dos produtos, visto que a redução da atividade de água inibe parcialmente o crescimento microbiano (FAO, 1992; JAY, 1996; HAYES et al., 2007).

O processamento artesanal de produtos cárneos salgados manteve-se com poucas alterações por vários anos, até o surgimento de alguns produtos diferenciados, entre eles o *Beef Jerky*. Este é um produto cárneo (bovino) curado, termicamente processado e seco, pronto para o consumo, estável em temperatura ambiente, com atividade de água abaixo de 0,80 e relação umidade/proteína de 0,75/1, não necessitando, portanto, de refrigeração quando exposto ao consumo (BRASIL, 2011).

A forma tradicional de produção de *Beef Jerky* consiste no fatiamento de um músculo inteiro, submetido à marinação, cura, secagem e embalagem (CHOI et al., 2008; USDA, 2014). Embora a composição e elaboração

ofereçam obstáculos à sobrevivência e ao crescimento microbiano (CALICIOGLU et al., 2002), a intensa manipulação durante o processamento aumenta a possibilidade de contaminação cruzada por micro-organismos patogênicos e deteriorantes.

O controle de bactérias patogênicas durante a produção de *Beef Jerky* deve ser melhor avaliado, pois este produto já foi associado a surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA's) (KEENE et al., 1997; EIDSON et al., 2000; YOON et al., 2005). *Salmonella* e *Escherichia coli* são micro-organismos patogênicos que possuem capacidade de sobreviver em ambientes secos, na água e também sob temperaturas de refrigeração (FRANCO et al., 2008; STOLLEWERK et al., 2012). Os bovinos são hospedeiros naturais dessas bactérias e as eliminam através das fezes, o que pode ocasionar a contaminação e persistência destes micro-organismos ao longo da cadeia da carne (BUNCIC et al., 2012).

Assegurar a segurança dos alimentos é um processo complexo que depende da implementação de uma ampla gama de medidas de controle coordenadas em todos os níveis da cadeia produtiva (SPRICIGO et al., 2013).

Em função do exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contaminação microbiana de uma linha de processamento de *Beef Jerky* e do produto final, pronto para o consumo. Ainda, objetivou-se comparar duas técnicas de detecção de *Salmonella* em alimentos.

3.2. Materiais e métodos

3.2.1 Coleta das amostras

Foram realizadas cinco coletas em uma linha de produção de *Beef Jerky* de uma fábrica de conserva (enlatados cárneos) entre os meses de fevereiro e junho de 2014.

3.2.1.1 Amostras de superfície

Em cada uma das cinco coletas, antes do início das atividades, foram amostradas 6 superfícies de processamento (n = 30) que entram em contato direto com o produto. Os pontos amostrados foram: monobloco plástico (n=5), tumbler (n=5), esteira da fatiadora (n=5), superfície do varal de secagem (n=5),

esteira da sala de produção (n=5) e esteira da sala de embalagem (n=5). A coleta das amostras foi realizada com o auxílio de *swab-sampler*® (3M), em uma área de 100 cm² em todas as superfícies, exceto no varal de secagem, onde a área amostrada foi 10 cm².

3.2.1.2 Amostras de matéria-prima e produto final

Coletaram-se amostras da matéria-prima (coxão duro) (n = 5) previamente ao início das atividades e durante o processamento: após o fatiamento (n = 5), após a marinação (n = 5), após a cura (n = 5), nos varais de secagem (n = 5) e após a secagem (n = 5). Na área restrita, o produto final foi amostrado após a embalagem (n=5).

As amostras de matéria-prima e produto final foram coletadas através da retirada de 25 g de cada uma das amostras, que foram armazenadas em sacos estéreis até a chegada ao laboratório.

3.2.2 Análises microbiológicas

3.2.2.1 Salmonella

3.2.2.1.1 MINI VIDAS

No laboratório, as amostras de superfícies foram transferidas para sacos esterilizados contendo 90 mL de água peptonada tamponada e 0,4 mL de suplemento para *Salmonella*. Já as amostras de matéria-prima e produto final foram acrescidas de 225 mL de água peptonada tamponada e 1 mL de suplemento para *Salmonella*. Todas as amostras foram homogeneizadas em *stomacher* e incubadas a 42°C por 24 horas.

Após o pré-enriquecimento, alíquotas de 0,5 mL de cada amostra foram transferidas para barretes, contendo os reagentes da reação imunológica, os quais foram colocados no aparelho MINI VIDAS® Biomérieux com seus respectivos cones cobertos com anticorpos anti-*Salmonella* adsorvidos na sua superfície. Após o término do teste em 47 minutos, os resultados foram analisados automaticamente pelo aparelho, que forneceu um valor para cada amostra. Este valor foi comparado com referências internas (limiares) e os

resultados foram interpretados como positivo ou negativo (Manual de utilização MINI VIDAS® versão 5.6.0, 2012).

3.2.2.1.2 Método convencional

Após o pré-enriquecimento das amostras, alíquotas de 0,1 mL e 1 mL foram transferidas, respectivamente, para os caldos Tetrionato (TT, Micromed) e Rappaport Vassiliadis (RV, Micromed), que foram incubados a 37°C e 42°C, respectivamente, por 24 horas na etapa de enriquecimento seletivo. De cada um dos caldos, uma alçada foi transferida separadamente, por técnica de esgotamento, para placas contendo ágar Verde Brilhante Vermelho de Fenol Lactose Sacarose (BPLS, Acumedia) e ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD, Acumedia), que foram incubadas a 37°C por 24 horas. Colônias típicas foram submetidas às provas bioquímicas em ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI, Kasvi), ágar Lisina Ferro (LIA, Acumedia) e caldo ureia (Synth), e aquelas que apresentaram característica típica de *Salmonella* também foram submetidas a teste sorológico com soro somático polivalente (BRASIL, 2003).

3.2.2.2 Enumeração de coliformes a 45°C e *Escherichia coli*

A partir das diluições das amostras, alíquotas de 1mL foram transferidas para uma série de três tubos com *Durhan* invertido e caldo Lauril Sulfato de Sódio (LSS, Micromed), os quais foram incubados a 37°C por 48 horas. De cada tubo com reação positiva no LSS, uma alçada foi transferida para outro tubo contendo *Durhan* invertido e caldo *Escherichia coli* (EC, Micromed), seguido de incubação em banho-maria a 45°C por 48 horas. Os resultados foram expressos em log NMP/cm² ou log NMP/g (FDA, 2002). De cada tubo com reação positiva no EC, uma alçada foi semeada na superfície de placas de ágar Eosina Azul de Metileno (EMB, Kasvi), que foram incubadas a 37°C por 24 horas. De 3 a 5 colônias típicas foram submetidas à coloração de gram, à prova da catalase e às seguintes provas bioquímicas: Citrato, Indol, Vermelho de Metila e Voges-Proskauer.

3.2.2.2.1 Análise estatística

As contagens de coliformes a 45°C foram analisadas estatisticamente através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Fisher ao nível de 5% de significância.

3.3. Resultados e discussão

Atualmente, alimentos prontos para o consumo necessitam de uma maior atenção com relação à possibilidade de contaminação cruzada durante o seu processamento, já que estes têm sido reconhecidos como veículos de doenças de origem alimentar (PAPADOPOULOU et al., 2012).

É bastante comum o contato direto dos alimentos durante o processamento com mãos de manipuladores, ar e superfície de equipamentos e utensílios, proporcionando que as etapas de produção sejam importantes fontes de contaminação cruzada (ANTREKKER et al., 2003; CARRASCO et al., 2012). Neste trabalho, verificou-se a presença de coliformes a 45°C em todas as superfícies de processamento analisadas. As médias de contagens foram 1,3 Log NMP/cm² nos monoblocos plásticos, 0,6 Log NMP/cm² na esteira da fatiadora, 1,0 Log NMP/cm² no tumbler, 2,4 Log NMP/cm² na esteira da sala de produção, 0,4 Log NMP/cm² nos varais de secagem e 0,8 Log NMP/cm² na esteira da área restrita.

Segundo Silva Jr. (1995), o padrão microbiológico para utensílios de produção de alimentos e mãos de manipuladores indica que os mesmos devem estar livres de coliformes a 45°C. A presença deste grupo bacteriano nas superfícies de processamento, apesar de não ter sido verificada diferença estatística ($p < 0,05$) entre as contagens nas diferentes amostras, indica que estas estão inadequadamente limpas e podem ser consideradas fontes de contaminação da matéria-prima e do produto final, corroborando com Antrekker et al. (2003) e Reij et al. (2004). Boas Práticas de Fabricação implementadas na linha de produção são fundamentais para o adequado controle destas contaminações (NEL et al., 2004).

Kain et al. (1999) afirmam que a presença de bactérias patogênicas é superior em cortes cárneos quando comparados com carcaças inteiras, indicando contaminação adicional devido à manipulação nas diversas etapas da produção. Neste trabalho, ao analisar a matéria-prima durante as etapas da

produção, também foi verificado aumento da contaminação ao longo do processamento. As médias de contagens de coliformes a 45°C foram significativamente superiores nas amostras após o processo de marinação (3,0 Log NMP/g), cura (2,9 Log NMP/g) e exposição nos varais de secagem (2,9 Log NMP/g), quando comparadas às médias de contagens na matéria-prima inicial (1,7 Log NMP/g).

Da mesma forma, Gill et al. (2000), ao analisarem o processo de desossa de carcaças bovinas, verificaram um aumento de 3 unidades logarítmicas nas contagens de coliformes nos cortes cárneos, quando comparadas às encontradas nas carcaças no início do processamento. Nel et al. (2004), verificaram contagens de *Enterobacteriaceae* entre 4,3 Log UFC/g e 7,2 Log UFC/g em cortes de carne bovina após o processo de desossa, inferindo que a intensa manipulação e a deficiência de boas práticas de fabricação durante esta etapa são os motivos da contaminação.

Em relação às contagens encontradas nas amostras ao longo do processamento (marinação, cura e exposição no varal de secagem), não foram verificadas diferenças estatísticas entre as médias, indicando que estas etapas contribuem de forma moderada para a letalidade dos micro-organismos. Estes resultados corroboram com os encontrados por Buege et al. (2006), que ao analisarem as etapas de marinação e cura, com duração de 22-24 horas sob refrigeração, verificaram que as contagens de *E. coli* O157:H7 reduziram de 0,34 para 0,04 log UFC.

Também se verificou que as médias de contagens de coliformes a 45°C na matéria-prima após os processos de marinação (3,0 Log NMP/g), cura (2,9 Log NMP/g) e exposição nos varais de secagem (2,9 Log NMP/g) são significativamente superiores às médias encontradas nas amostras na saída da estufa de secagem (1,7 Log NMP/g), as quais não diferem das médias encontradas no produto final (2,1 Log NMP/g), indicando que a etapa de secagem é eficiente na redução bacteriana. Estes achados vão ao encontro dos apresentados por Harisson et al. (1996), os quais afirmam que o processo tradicional de preparação de *Beef Jerky*, com secagem a 60°C por 10 horas, é suficiente para reduzir 5 Log de *Escherichia coli* O157:H7 e *Salmonella* no produtos após fatiamento e marinação.

Segundo Cesare et al. (2003) e Franco et al. (2008), *Salmonella* pode permanecer viável em superfícies de processamento por períodos significantes de tempo, aumentando o risco de contaminação cruzada dos alimentos. Da mesma forma, *E. coli* além de ser encontrada em números elevados nas fezes de bovinos e humanos, apresenta alta resistência ao ambiente extra enteral.

Com relação à pesquisa de *Salmonella*, o micro-organismo foi identificado somente na quarta coleta. Dentre as amostras de superfície, estava presente no varal de secagem. Nas amostras de matéria-prima, o patógeno foi encontrado após as etapas de fatiamento, marinação e exposição nos varais de secagem.

Para Fernane et al. (2010), o corte durante o fatiamento de produtos prontos para o consumo tem influência significativa na contaminação cruzada, pois as lâminas são capazes de disseminar micro-organismos entre as fatias, incluindo patógenos de origem alimentar como *Salmonella*. Os resultados apresentados pelos autores fortalecem o encontrado neste trabalho, pois foi verificada a presença de *Salmonella* na matéria-prima fatiada, não estando presente na etapa anterior (matéria-prima inicial), o que indica contaminação durante o fatiamento.

Papadopoulou et al. (2012) verificaram que amostras de carnes *in natura* foram contaminadas com *Salmonella* Typhimurium e *Escherichia coli* ao passarem pela fatiadora, após amostras de carnes inoculadas com estes micro-organismos terem sido fatiadas. Estes resultados também fortalecem o encontrado neste estudo, indicando o fatiamento como fonte de contaminação da matéria-prima.

Também verificou-se presença de *Salmonella* na matéria-prima após a marinação, porém após a cura, o micro-organismo não foi verificado, indicando um possível controle durante a etapa de cura. Isto vai ao encontro dos resultados obtidos por Harrison et al. (1997), que verificaram reduções superiores de 4 Log do micro-organismo nas amostras após a cura associada a secagem por 8 horas, quando comparadas às amostras não curadas.

Além disso, o patógeno estava presente na superfície do varal de secagem e na matéria-prima exposta no varal, o que pode ser justificado pela possível formação de biofilmes na superfície do utensílio. Os biofilmes são conhecidos como uma forma de crescimento e sobrevivência bacteriana, onde

os micro-organismos encontram-se protegidos de condições estressantes do ambiente, como os procedimentos de limpeza e secagem de superfícies (REUTER et al., 2010) e, segundo Carrasco et al. (2012), *Salmonella* é capaz de produzir biofilme em superfícies de aço inoxidável, já tendo sido recuperada de uma grande variedade de superfícies de contato direto com alimentos.

Naidoo et al. (2010), avaliando a qualidade higiênico-sanitária de superfícies de processamento que entram em contato com produtos cárneos secos, prontos para o consumo, destacaram a importância destas como sítios potenciais para contaminação cruzada, o que também foi verificado neste trabalho.

Também na quarta coleta, foi encontrada a presença de *Escherichia coli*, na amostra da superfície do varal de secagem e na superfície da esteira da sala de produção. Khamisse et al. (2012), ao analisarem a superfície de uma esteira e superfícies de aço inoxidável em uma sala de desossa antes do processo de higienização, verificaram contagens bacterianas totais de 5,4 Log UFC/cm² e 4,7 Log UFC/cm², respectivamente, indicando estes tipos de superfícies como importantes fontes de contaminação durante a produção de alimentos.

Segundo Yang et al. (2009), a baixa atividade de água em produtos como o *Beef Jerky* é essencial para uma vida útil prolongada. Neste produto, múltiplos obstáculos de controle microbiano são empregados para a redução da atividade de água, entre eles, a inclusão de aditivos (cloreto de sódio e nitrito de sódio), cura e temperaturas de secagem, sendo este alimento considerado seguro para o consumo humano (CALICIOGLU et al., 2003b).

Neste trabalho, no produto pronto para o consumo, não foi verificada a presença de *Salmonella* e *E. coli*. Isso se deve ao fato de que o *Beef Jerky* é submetido a uma etapa de secagem, onde sua atividade de água é reduzida para valores inferiores a 0,80, representando uma barreira para o crescimento de vários patógenos, incluindo *Salmonella* (BETTS, 2007; CHOI et al., 2008).

Além da redução da atividade de água durante o processo de secagem, o produto é exposto a elevadas temperaturas por diferentes tempos (90°C durante 40 minutos e 83°C por, aproximadamente, 3 horas), o que também reduz a sua carga microbiana. Albright et al. (2002) constataram que o processo de secagem do *Beef Jerky* por 10 horas a 62,5°C e 68,3°C

proporcionou reduções de 2,3 Log UFC/cm² e de 4,1 Log UFC/cm², respectivamente, nas contagens de *Escherichia coli* O157:H7, tendo a maior parte das reduções ocorrido nas primeiras 4 horas, concluindo que, após este período, o ressecamento da superfície do produto interferiu na inibição bacteriana.

Faith et al. (1998), ao estudarem as populações de *Escherichia coli* O157:H7 em *Beef Jerky* elaborado a partir de carne moída cozido por 8 horas a 60°C, também verificaram reduções microbianas entre 3,9 e 5,4 Log UFC/g, atribuindo estes resultados ao tempo e à temperatura de cozimento do *Beef Jerky*. Harrison et al. (1997) e Keene et al. (1997) recomendam que *Beef Jerky* proveniente de músculo inteiro ou de carne moída seja seco a temperaturas entre 54,4°C e 60°C, devendo, porém, ser primeiramente marinado e aquecido a 71°C para ampliar a redução microbiana. Harrison et al. (2001), estudando *Escherichia coli* O157:H7 e *Salmonella* em *Beef Jerky* após período de secagem a 60°C por 10 horas, verificaram que as reduções destes patógenos foram de 5,8 e 4,6 Log UFC/g respectivamente.

De acordo com United States Department of Agriculture (USDA, 2014), a manutenção de altos valores de umidade relativa na estufa de secagem durante o cozimento é crítica para assegurar uma letalidade suficiente dos micro-organismos em produtos como o *Beef Jerky*, pois esta condição resulta em maiores reduções microbianas.

Calicioglu et al. (2003a), em seus estudos em *Beef Jerky*, relatam que os componentes da marinação podem melhorar a eficiência da etapa de secagem na inativação de *Salmonella*. Já para Buege et al. (2006), reduções de 5 Log UFC/g de *Escherichia coli* O157:H7 e *Salmonella* em *Beef Jerky* podem ser alcançadas se a temperatura do produto e a umidade relativa do ambiente atingirem valores suficientemente elevados, os quais devem ser mantidos no início do cozimento. Para Leinster (2000), métodos de preservação que, simultânea ou sequencialmente, expõem as bactérias a vários fatores de estresse são fundamentais na redução de patógenos.

Em relação à comparação entre os dois métodos de detecção de *Salmonella*, todas as amostras positivas no Mini-Vidas foram confirmadas pela metodologia convencional, não apresentando diferenças entre os testes. Estes resultados indicam a possibilidade de utilização de métodos rápidos de

diagnóstico de patógenos de importância em alimentos, facilitando o controle microbiano pelas indústrias.

3.4. Conclusão

Com a realização deste estudo, conclui-se que há a possibilidade de contaminação por *Salmonella* e *Escherichia coli* na linha de processamento de *Beef Jerky*, mesmo que sua composição e etapas de produção não sejam propícias para o desenvolvimento desses micro-organismos. Embora nenhum desses patógenos tenha sido encontrado no produto final, práticas higiênico-sanitárias inadequadas durante o seu processamento possibilitaram a contaminação de superfícies e da própria matéria-prima, sugerindo uma maior supervisão das atividades durante a elaboração de *Beef Jerky*, a fim de garantir a qualidade microbiológica do produto e a segurança à saúde dos consumidores. Além disso, as duas técnicas de detecção de *Salmonella* analisadas apresentaram a mesma eficiência na identificação do patógeno.

3.5. Referências

AANTREKKER, E. D.; BOOM, R. M.; ZWIETERING, M. H.; van SCHOTHORST, M. Quantifying recontamination through factory environments – A review. **International Journal of Microbiology**. v. 80, p. 117 – 130, 2003.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>> Acesso em: setembro, 2014.

ALBRIGHT, S. N.; KENDALL, P. A.; AVENS, J. S.; SOFOS, J. N. Effect marinade and drying temperature on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated home dried beef jerky. **Journal of Food Safety**. v. 22, p. 155 – 167, 2002.

BEETS, R. Water, water, everywhere nor any drop to drink – The problem of *Salmonella* in low-moisture foods. IAFP Special Interest Session on *Salmonella* growth persistence and survival in low-moisture foods and their environment – Strategies for control. **94th IAFP Annual Meeting**. 08.07.2007 – 11.07.2007. Buena Vista, Florida.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Circular nº 904, de 05 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a revisão das diretrizes para verificação no local de processo de produção de *Beef Jerky*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: agosto, 2014.

BUEGE, D. R.; SEARLS, G.; INGHAM, S. C. Lethality of commercial whole-muscle Beef Jerky manufacturing processes against *Salmonella* serovars and *Escherichia coli* O157:H7. **Journal of Food Protection**. v. 69, p. 2091 – 2099, 2006.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**. v. 45, p. 641 – 655, 2012.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; SAMELIS, J.; KENDALL, P. A.; SMITH, G. Destruction of acid-and non-adapted *Listeria monocytogenes* during drying and storage of beef jerky. **Food Microbiology**. v. 19, p. 545 – 559, 2002.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; SAMELIS, J.; KENDALL, P. A.; SMITH, G. C. Effect of acid adaptation on inactivation of *Salmonella* during drying and storage of beef jerky treated with marinades. **International Journal of Food Microbiology**. v. 89, p. 51 - 65, 2003a.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; KENDALL, P. A. Fate of acid-adapted and non-adapted *Escherichia coli* O157:H7 inoculated post-drying on beef jerky treated with marinades before drying. **Food Microbiology**. v. 20, p. 169 – 177, 2003b.

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

CESARE, A.; SHELDON, B. W.; SMITH, K. S.; JAYKUS, L. A. Survival and persistence of *Campylobacter* and *Salmonella* species under various organic loads in Italy. **Journal of Food Protection**. v. 66, p. 1587 - 1594, 2003.

CHOI, J. H.; JEONG, J. Y.; HAN, D. J.; CHOI, Y. S.; KIM, H. Y.; LEE, M. A.; LEE, E. S.; PAIK, H. D.; KIM, C. J. Effects of pork/beef levels and various casings on quality properties of semi-dried jerky. **Meat Science**. v. 80, p. 278 – 286, 2008.

EIDSON, M.; SEWELL, C. M.; GRAVES, O. R. Beef jerky gastroenteritis outbreaks. **Journal Environmental Health**. v. 62, p. 9 - 13, 2000.

FAITH, N. G.; Le COUTOUR N. S.; ALVARENGA, M. B.; CALICIOGLU, M.; BUEGE, D. R.; LUCHANSKY, J. B. Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63 or 68 degrees C° in a home-style dehydrator. **International Journal of Food Microbiology**. v. 41, p. 213 – 221, 1998.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations 1992**. Meat and meat products in human nutrition in developing countries, paper 53. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0562e/t0562e03.htm>> Acesso em: outubro, 2014.

FDA. **United States Food and Drug Administration**. BAM: Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm#conventional>>. Acesso em: Outubro de 2014.

FERNANE, F.; MORALES, A.; CARRASCO, E.; GARCÍA-GIMENO, R. M. Transfer of *Salmonella* to ready-to-eat meat products during slicing. In **22nd International ICFMH Symposium Abstract Book**. p. 235. 30.08.2010 – 03.09.2010. Copenhagen.

FRANCO, Bernadette D. Gombossy de Melo; LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 3 - 4, p. 27 – 81.

GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C. Contamination of beef trimmings with *Escherichia coli* during carcass breaking process. **Research International**. v. 33, p. 125 – 130, 2000.

HARRISON, J. A.; HARISSON, M. A.; ROSE, R. A. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* species in ground beef jerky. **Journal of Food Protection**. v. 59, p. 1336 – 1338, 1996.

HARRISON, J. A.; HARISSON, M. A.; ROSE, R. A. Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* species in ground beef jerky. **Journal of Food Protection**. v. 60, p. 1139 – 1141, 1997.

HARRISON, J. A.; HARRISON, M. A.; ROSE, R. A.; SHEWFELT, R. A. Home style beef jerky: effect of four preparation methods on consumer acceptability and pathogen inactivation. **Journal of Food Protection**. v. 64, p. 1194 – 1198, 2001.

HAYES, J. E.; KENNY, T. A.; WARD, P.; KERRY, J. P. Development of a modified dry curing process for beef. **Meat Science**. v. 77, p. 314 – 323, 2007.

JAY, James M. **Modern food microbiology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

KAIN, M. L.; SOFOS, J. N.; BELK, K. E.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Microbiological contamination baselines of beef carcasses, wholesale cuts, and retail cuts. Beef Program Report. **Department of Animal Sciences**. Colorado State University. p. 1- 6 1999.

KEENE, W. E.; SAZIE, E. KOK, J.; RICE, D. H.; HANCOCK, D. D.; BALAN, V. K.; ZHAO, T.; DOYLE, M. P. An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat. **The Journal of the American Medical Association**. v. 227, p. 1229 – 1231, 1997.

KHAMISSE, E.; FIRMESE, O.; CHRISTIEANS, S.; CHASSAING, D.; CARPENTIER, B. Impact of cleaning and disinfection on the non-culturable and culturable bacterial loads of food-contact surfaces at a beef processing plant. **International Journal of Food Microbiology**. v. 158, p. 163 – 168, 2012.

LEISTNER, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. **International Food Microbiology**. v. 55, p. 181 – 186, 2000.

MANUAL DE UTILIZAÇÃO MINI VIDAS® BIOMÉRIEUX S.A. Versão 5.6.0, 290p, 2012. Disponível em: <<http://www.biomerieux.com>>. Acesso em setembro de 2014.

NAIDOO, K.; LINDSAY, D. Potential cross-contamination of the ready-to-eat dried meat product, biltong. **British Food Journal**. v. 112, p. 350 – 363, 2010.

NEL, S.; LUES, J. F. R.; BUYS, E. M.; VENTER, P. Bacterial populations associated with meat from the deboning room of a high throughput red meat abattoir. **Meat Science**. v. 66, p. 667 – 674, 2004.

PAPADOPOULOU, O. S.; CHORIANOPOULOS, N. G.; GKANA, E. N.; GROUTA, A. V.; KOUTSOUMANIS, K. P.; NYCHAS, G. J. E. Transfer of foodborne pathogenic bacteria to non-inoculated beef fillets through meat mincing machine. **Meat Science**. v. 90, p. 865 – 869, 2012.

REIJ, M. W.; DEN AANTREKKER, E. D. Recontamination as a source of pathogens in processed foods. **International Journal of Food Microbiology**. v. 91, p. 1 – 11, 2004.

REUTER, M.; MALLET, A.; BRUCE, M. P.; VLIET, A. H. M. V. Biofilm formation by *Campylobacter jejuni* is increased under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 76, p. 2122 – 2128, 2010.

SILVA JR., E. A. **Manual de controle Higiênico sanitário em alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, p.347, 1995.

SPRICIGO, D. A.; BARDINA, C.; CORTÉS, P.; LLAGOSTERA, M. Use of bacteriophage cocktail to control *Salmonella* in food and the food industry. **International Journal of Food Microbiology**. v. 165, p. 169 – 174, 2013.

STOLLEWERK, K.; JOFRÉ, A.; COMAPOSADA, J.; ARNAU, J.; GARRIGA, M. The effect of NaCl-free processing and high pressure on the fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on sliced smoked dry-cured ham. **Meat Science**. v. 90, p. 472 – 477, 2012.

USDA. **United States Department of Agriculture - Food Safety and Inspection Service (USDA – FSIS)**. Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky Produced by Small and Very Small Establishments. Disponível em: <<http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/5fd4a01d-a381-4134-8b91-99617e56a90a/Compliance-Guideline-Jerky-2014.pdf?MOD=AJPERES>>.

Acesso em: agosto, 2014.

YANG, H. S.; HWANG, Y. H.; JOO, S. T.; PARK, G. B. The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky. **Meat Science**. v. 82, p.289 – 294, 2009.

YOON, Y.; CALICIOGLU, M.; KENDALL, P. A.; SMITH, G.; SOFOS. J. N. Influence of inoculum level and acidic marination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during drying and storage of beef jerky. **Food Microbiology**. v. 22, p. 423 – 431, 2005.

4 CONCLUSÃO

A presença de coliformes a 45°C nas superfícies que entram em contato direto com o produto, indica falhas durante o processo higiênico-sanitário nesta linha de produção. Conclui-se que há a possibilidade de contaminação por *Salmonella* e *Escherichia coli* na linha de processamento de *Beef Jerky*, mesmo que na sua composição tenham alguns aditivos que inibam o crescimento microbiano e que durante as etapas de fabricação, as condições não sejam propícias para o desenvolvimento desses micro-organismos.

Embora nenhum desses patógenos tenha sido encontrado no produto final, práticas higiênico-sanitárias inadequadas durante o seu processamento resultaram em contaminação de superfícies, possibilitando contaminação cruzada da matéria-prima. Estes resultados sugerem uma maior supervisão das atividades durante a elaboração de *Beef Jerky*, a fim de garantir a qualidade microbiológica do produto e a segurança à saúde dos consumidores.

Além disso, as duas técnicas de pesquisa de *Salmonella* utilizadas apresentaram a mesma eficiência na detecção do patógeno, podendo ambas serem utilizadas no controle deste micro-organismo.

REFERÊNCIAS

AANTREKKER, E. D.; BOOM, R. M.; ZWIETERING, M. H.; van SCHOTHORST, M. Quantifying recontamination through factory environments – A review. **International Journal of Microbiology**. v. 80, p. 117 – 130, 2003.

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>> Acesso em: setembro, 2014.

ALBA, M.; BRAVO, D.; MEDINA, M. High pressure treatments on the inactivation of *Salmonella* Enteritidis and the characteristics of beef carpaccio. **Meat Science**. v. 92, p. 823 – 828, 2012.

ALBRIGHT, S. N.; KENDALL, P. A.; AVENS, J. S.; SOFOS, J. N. Effect marinade and drying temperature on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated home dried beef jerky. **Journal of Food Safety**. v. 22, p. 155 – 167, 2002.

BEETS, R. Water, water, everywhere nor any drop to drink – The problem of *Salmonella* in low-moisture foods. IAFP Special Interest Session on *Salmonella* growth persistence and survival in low-moisture foods and their environment – Strategies for control. **94th IAFP Annual Meeting**. 08.07.2007 – 11.07.2007. Buena Vista, Florida.

BORCH, E.; NESBAKKEN, T.; CHRISTENSEN, H. Hazard identification in swine slaughter with respect to food borne bacteria. **International Journal of Food Microbiology**. v. 30, p. 9 – 25, 1996.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: setembro, 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Dispõe sobre os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: agosto, 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Circular nº 175, de 16 de maio de 2005. Dispõe sobre procedimentos de Verificação dos Programas de Auto Controle. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: agosto, 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Circular nº 904, de 05 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a revisão das diretrizes para verificação no local de processo de produção de *Beef Jerky*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: agosto, 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Bovinos e bubalinos. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: setembro, 2014.

BUEGE, D. R.; SEARLS, G.; INGHAM, S. C. Lethality of commercial whole-muscle Beef Jerky manufacturing processes against *Salmonella* serovars and *Escherichia coli* O157:H7. **Journal of Food Protection**. v. 69, p. 2091 – 2099, 2006.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**. v. 45, p. 641 – 655, 2012.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; SAMELIS, J.; KENDALL, P. A.; SMITH, G. Destruction of acid-and non-adapted *Listeria monocytogenes* during drying and storage of beef jerky. **Food Microbiology**. v. 19, p. 545 – 559, 2002.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; SAMELIS, J.; KENDALL, P. A.; SMITH, G. C. Effect of acid adaptation on inactivation of *Salmonella* during drying and storage of beef jerky treated with marinades. **International Journal of Food Microbiology**. v. 89, p. 51 - 65, 2003a.

CALICIOGLU, M.; SOFOS, J. N.; KENDALL, P. A. Fate of acid-adapted and non-adapted *Escherichia coli* O157:H7 inoculated post-drying on beef jerky

treated with marinades before drying. **Food Microbiology**. v. 20, p. 169 – 177, 2003b.

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

CESARE, A.; SHELDON, B. W.; SMITH, K. S.; JAYKUS, L. A. Survival and persistence of *Campylobacter* and *Salmonella* species under various organic loads in Italy. **Journal of Food Protection**. v. 66, p. 1587 - 1594, 2003.

CHOI, J. H.; JEONG, J. Y.; HAN, D. J.; CHOI, Y. S.; KIM, H. Y.; LEE, M. A.; LEE, E. S.; PAIK, H. D.; KIM, C. J. Effects of pork/beef levels and various casings on quality properties of semi-dried jerky. **Meat Science**. v. 80, p. 278 – 286, 2008.

EIDSON, M.; SEWELL, C. M.; GRAVES, O. R. Beef jerky gastroenteritis outbreaks. **Journal Environmental Health**. v. 62, p. 9 - 13, 2000.

FAITH, N. G.; Le COUTOUR N. S.; ALVARENGA, M. B.; CALICIOGLU, M.; BUEGE, D. R.; LUCHANSKY, J. B. Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63 or 68 degrees C^o in a home-style dehydrator. **International Journal of Food Microbiology**. v. 41, p. 213 – 221, 1998.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations 1990**. Manual on simple methods of meat preservation, paper 79. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/x6932e/X6932E02.htm#fig6>> Acesso em: setembro, 2014.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations 1992**. Meat and meat products in human nutrition in developing countries, paper 53. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0562e/t0562e03.htm>> Acesso em: outubro, 2014.

FDA. **United States Food and Drug Administration**. BAM: Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm#conventional>>. Acesso em: Outubro de 2014.

FERNANE, F.; MORALES, A.; CARRASCO, E.; GARCÍA-GIMENO, R. M. Transfer of *Salmonella* to ready-to-eat meat products during slicing. In **22nd**

International ICFMH Symposium Abstract Book. p. 235. 30.08.2010 – 03.09.2010. Copenhagen.

FRANCO, Bernadette D. Gombossy de Melo; LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 3 - 4, p. 27 – 81.

GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C. Contamination of beef trimmings with *Escherichia coli* during carcass breaking process. **Research International.** v. 33, p. 125 – 130, 2000.

GORMLEY, F. J.; LITTLE, C. L.; GRANT, K. A.; PINNA, E.; McLAUCHLIN, J. The microbiological safety of ready-to-eat specialty meats from markets and specialty food shops: A UK wide study with a focus on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*. **Food Microbiology.** v. 27, p. 243 – 249, 2010.

HARRISON, J. A.; HARRISON, M. A.; ROSE, R. A. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* species in ground beef jerky. **Journal of Food Protection.** v. 59, p. 1336 – 1338, 1996.

HARRISON, J. A.; HARRISON, M. A.; ROSE, R. A. Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* species in ground beef jerky. **Journal of Food Protection.** v. 60, p. 1139 – 1141, 1997.

HARRISON, J. A.; HARRISON, M. A.; ROSE, R. A.; SHEWFELT, R. A. Home style beef jerky: effect of four preparation methods on consumer acceptability and pathogen inactivation. **Journal of Food Protection.** v. 64, p. 1194 – 1198, 2001.

HAYES, J. E.; KENNY, T. A.; WARD, P.; KERRY, J. P. Development of a modified dry curing process for beef. **Meat Science.** v. 77, p. 314 – 323, 2007.

JAY, James M. **Modern food microbiology.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

KAIN, M. L.; SOFOS, J. N.; BELK, K. E.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Microbiological contamination baselines of beef carcasses, wholesale cuts, and retail cuts. Beef Program Report. **Department of Animal Sciences.** Colorado State University. p. 1- 6 1999.

KEENE, W. E.; SAZIE, E. KOK, J.; RICE, D. H.; HANCOCK, D. D.; BALAN, V. K.; ZHAO, T.; DOYLE, M. P. An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat. **The Journal of the American Medical Association**. v. 227, p. 1229 – 1231, 1997.

KHAMISSE, E.; FIRMESSE, O.; CHRISTIEANS, S.; CHASSAING, D.; CARPENTIER, B. Impact of cleaning and disinfection on the non-culturable and culturable bacterial loads of food-contact surfaces at a beef processing plant. **International Journal of Food Microbiology**. v. 158, p. 163 – 168, 2012.

KONIECZNY, P.; STANGIERSKI, J.; KIJOWSKI, J. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. **Meat Science**. v. 76, p. 253 – 257, 2007.

LEISTNER, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. **International Food Microbiology**. v. 55, p. 181 – 186, 2000.

MANUAL DE UTILIZAÇÃO MINI VIDAS® BIOMÉRIEUX S.A. Versão 5.6.0, 290p, 2012. Disponível em: <<http://www.biomerieux.com>>. Acesso em setembro de 2014.

NAIDOO, K.; LINDSAY, D. Potential cross-contamination of the ready-to-eat dried meat product, biltong. **British Food Journal**. v. 112, p. 350 – 363, 2010.

NEL, S.; LUES, J. F. R.; BUYS, E. M.; VENTER, P. Bacterial populations associated with meat from the deboning room of a high throughput red meat abattoir. **Meat Science**. v. 66, p. 667 – 674, 2004.

PAPADOPOULOU, O. S.; CHORIANOPOULOS, N. G.; GKANA, E. N.; GROUTA, A. V.; KOUTSOUMANIS, K. P.; NYCHAS, G. J. E. Transfer of foodborne pathogenic bacteria to non-inoculated beef fillets through meat mincing machine. **Meat Science**. v. 90, p. 865 – 869, 2012.

PARDI, Miguel Cione; SANTOS, Iacir Francisco dos; SOUZA, Elmo Rampini de; PARDI, Henrique Silva. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 1. ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiânia, v.1, 1993. p. 120 – 125.

PARDI, Miguel Cioni; SANTOS, Iacir Francisco dos; SOUZA, Elmo Rampini de; PARDI, Henrique Silva. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 1. ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiânia, v. 2, 1996. p. 719 – 744.

REIJ, M. W.; DEN AANTREKKER, E. D. Recontamination as a source of pathogens in processed foods. **International Journal of Food Microbiology**. v. 91, p. 1 – 11, 2004.

REUTER, M.; MALLET, A.; BRUCE, M. P.; VLIET, A. H. M. V. Biofilm formation by *Campylobacter jejuni* is increased under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 76, p. 2122 – 2128, 2010.

SILVA JR., E. A. **Manual de controle Higiênico sanitário em alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, p.347, 1995.

SPRICIGO, D. A.; BARDINA, C.; CORTÉS, P.; LLAGOSTERA, M. Use of bacteriophage cocktail to control *Salmonella* in food and the food industry. **International Journal of Food Microbiology**. v. 165, p. 169 – 174, 2013.

STOLLEWERK, K.; JOFRÉ, A.; COMAPOSADA, J.; ARNAU, J.; GARRIGA, M. The effect of NaCl-free processing and high pressure on the fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on sliced smoked dry-cured ham. **Meat Science**. v. 90, p. 472 – 477, 2012.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. cap 35 – 36:43.

USDA. **United States Department of Agriculture - Food Safety and Inspection Service (USDA – FSIS)**. Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky Produced by Small and Very Small Establishments. Disponível em: <<http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/5fd4a01d-a381-4134-8b91-99617e56a90a/Compliance-Guideline-Jerky-2014.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: agosto, 2014.

WHO. World Health Organization. **Global and regional food consumption patterns and trends**. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/index4.html>. Acesso em: outubro, 2014.

YANG, H. S.; HWANG, Y. H.; JOO, S. T.; PARK, G. B. The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky. **Meat Science**. v. 82, p.289 – 294, 2009.

YOON, Y.; CALICIOGLU, M.; KENDALL, P. A.; SMITH, G.; SOFOS, J. N. Influence of inoculum level and acidic marination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during drying and storage of beef jerky. **Food Microbiology**. v. 22, p. 423 – 431, 2005.

YOUSSEF, E. Y.; GARCIA, C. E.; SHIMOKOMAKI, M. Ação antioxidante do nitrato e nitrito de sódio em *Jerked Beef*. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Rio de Janeiro, RJ. v. 2, de julho de 1998.

