



UFRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**EFEITO DA RADIAÇÃO UV-C ISOLADA E COMBINADA COM ULTRASSOM NA
VALIDADE COMERCIAL DA CARNE DE CAPRINO**

Jéssica Diogo Baltar

Rio de Janeiro

2018



UFRJ

EFEITO DA RADIAÇÃO UV-C ISOLADA E COMBINADA COM ULTRASSOM NA
VALIDADE COMERCIAL DA CARNE DE CAPRINO

Jéssica Diogo Baltar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Adam Conte Junior

Co-orientadora: Dra. Bruna Leal Rodrigues

Rio de Janeiro

2018

CATÁLOGOS DE DADOS

Baltar, Jéssica Diogo.

Efeito da radiação UV-C isolada e combinada com ultrassom na validade comercial da carne de caprino / Jéssica Diogo Baltar. – Rio de Janeiro: UFRJ/IQ, 2018.

39p.

Dissertação: Mestrado em Ciência de Alimentos

1. Carne caprina
2. Radiação Ultravioleta
3. Ultrassom

I. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Dissertação

Jéssica Diogo Baltar

Efeito da radiação UV-C isolada e combinada com ultrassom na validade comercial da carne de caprino

Rio de Janeiro, 23 de Julho de 2018.

Prof. Dr. Carlos Adam Conte Junior, IQ-UFRJ e FV-UFF (orientador)

Prof. Dr. Alexandre Guedes Torres, EQ-UFRJ (membro interno)

Prof^ª. Dr^ª. Patricia Campos Bernades, UFES (membro externo)

Prof. Dr. Thiago da Silveira Alvares, UFRJ (membro externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, primeiramente, pelo dom da vida, eu nada seria sem Ele.

Aos meus pais Roberto e Márcia, pela educação que me deram, por me instruírem a ser uma pessoa de bem, mesmo com as dificuldades, sempre fizeram de tudo por mim e pelo meu irmão.

Ao meu irmão Jefferson Baltar, por estar ao meu lado e por sempre torcer por mim em qualquer momento.

Ao meu esposo Yago Assis, pela paciência, pelo companheirismo, por me incentivar e apoiar em todos os momentos, e quando pensei desistir me manteve forte e não deixou desistir.

Ao meu orientador Carlos Conte, pelo privilégio de ser meu orientador, por acreditar em mim, pela atenção e por toda dedicação. Serei eternamente grata por tudo que fez por mim, aqui meu muito obrigada.

À minha co-orientadora Bruna Rodrigues, por estar sempre disponibilizar o seu tempo para sanar minhas dúvidas e por ter sido fundamental para o meu crescimento durante o mestrado. Obrigada!

A todos os professores, técnicos, colaboradores e alunos da UFRJ e da UFF, que deram condições para realização desse trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Controle Físico-Químico da Universidade Federal Fluminense que foram essências para a realização deste trabalho e não mediam esforços para me ajudar nos fins de semanas e feriados, em especial ao Denes Kaic.

A Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro, sem o qual não seria possível a realização dessa pesquisa.

Enfim, a todos que, durante minha vida, estiveram ao meu lado, me proporcionando crescimento pessoal, intelectual e profissional, a essas pessoas tenho enorme carinho.

Resumo

Baltar, Jéssica Diogo. Efeito da radiação UV-C isolada e combinada com ultrassom na validade comercial da carne de caprino, 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – IQ/UFRJ

A exploração da caprinocultura no Brasil atualmente encontra-se aquém da potencialidade e, por isso, apresenta baixo impacto socioeconômico em comparação a outros tipos de criações para produção de carne. Este fato tem estimulado o interesse tanto do setor produtivo quanto de técnicos e pesquisadores em incrementar o nível tecnológico disponível para a produção, industrialização e distribuição da carne caprina. Portanto, de forma a melhorar a qualidade da carne caprina e difundir o comércio da mesma para novos nichos de mercado, a utilização de métodos não térmicos de conservação, como a radiação UV-C e o ultrassom (US), tem sido estudada. Neste trabalho foi utilizado o efeito isolado da radiação UV-C, bem como combinado com o ultra-som, foi aplicado para determinar as influências dessas tecnologias na carne caprina durante um período de 14 dias. As amostras foram submetidas a quatro condições de embalagem: aerobiose (A); vácuo (V); radiação UV-C (UV-C); e radiação UV-C + ultrassom (UV-C+US). As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros microbiológicos (mesófilos, psicotróficos, bactérias lácticas e enterobactérias) e parâmetros físico-químicos (pH, oxidação de lipídeos, oxidação de proteínas, cor (L^* , a^* e b^*) e textura). Em geral, a radiação UV-C e UV-C + US promoveu um prolongamento da fase de latência e uma diminuição da taxa de crescimento no grupo de bactérias ácido lácticas. Os grupos de mesófilos e bactérias ácido-lácticas apresentaram menor número de colônias na fase estacionária nas amostras submetidas à radiação UV-C. Os resultados do presente estudo sugerem que a radiação UV-C retardou o crescimento microbiano de alguns grupos bacterianos.

Palavras-chaves: Radiação UV-C, ultrassom, cabra, *Capra aegagrus hircus*

Abstract

Baltar, Jéssica Diogo. Effect of UV-C radiation isolated and combined with ultrasound on the shelf life of goat meat. Rio de Janeiro, 2018. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – IQ/UFRJ

The exploitation of goat breeding in Brazil is in the area of potentiality and, consequently, socioeconomic impact in comparison with other types of breeding for meat production. These facts are interested in the interest of both produce and technical in increasing the technological level available to a production, industrialization and distribution of meat caprine. Therefore, in order to improve meat quality and to spread it to new market niches, the use of non-thermal methods of conservation, such as radiation UV-C and ultrasound, has been studied. In this work was used the subject of radiation UV-C, as well as combined with ultrasound, was applied to determine how the technologies influences the leg of the goat during a period of 14 days. The samples were submitted to various packaging conditions: (A) aerobiose; (V) vacuum; (UV-C) of radiation UV-C; and (UV-C + US) radiation UV-C + ultrasound; The samples were analyzed for microbiological parameters (mesophilic, psychrotrophic, lactic acid bacteria and Enterobacteriaceae) and physicochemical parameters (pH, lipid oxidation, protein oxidation, color (L^* , a^* and b^*) and texture). In general, UV-C and UV-C + US promoted a prolongation of the lag phase and decrease the growth rate in the group of lactic acid bacteria. The groups of mesophiles and bacteria acid-lactic stores marked the smallest number of colonies in the moving phase in samples submitted to radiation UV-C. The results of the present study suggest that radiation UV-C retarded the microbial growth of some bacterial groups.

Keywords: Radiation UV-C, Ultrasound, goat, *Capra aegagrus hircus*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µg: Micrograma

µL: Microlitro

ANOVA: Análise de variância

g: Grama or Gravidade

h: Hora

HPLC: High-performance liquid chromatography

L: Litro

BAL: Bactéria Acido-lactica

mg: Milligrama

min: Minuto

mL: Millilitro

p: probabilidade

pH: Potencial Hidrogeniônico

FAO: Food and Agriculture Organization

PCA: Ácido perclórico

ufc: Unidade formadora de colônia

TCA: Acido Tricloroacético

s: Segundo

DTAs: Doenças Transmitidas Por Alimentos

CDC: Center for Diseases Control

UV: Ultravioleta

US: Ultrassom

Wm: Watts por metro

Jm: Joule por metro

nm: Nanómetro

°C: Grau Celsius

Mm: Milimolar

M: Molar

N: Normalidade

±: Desvio Padrão

KCl: Cloreto de potássio

TBA: Ácido 2-Tiobarbitúrico

HCl: Ácido clorídrico

DNPH: 2,4-Dinitrofenilhidrazina

V: Volume

*L**: Luminosidade

*a**: Teor de vermelho

*b**: Teor de amarelo

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Tabela 1: Características da luz ultravioleta	15
Figura 1 (A-C): Parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) em amostras de filéd de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento	20
Figura 2 (A-C): Parâmetros instrumentais de textura (Dureza, elasticidade e coesividade) em amostras de filéd de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento.....	22
Figura 3: Oxidação lipídica em amostras de filé de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento	24
Figura 4: Oxidação proteica em amostras de filé de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento	25
Figura 5 (A-D): Curvas de crescimento bacteriano, Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Mesófilas (BHAM); Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicotróficas (BHAP), Enterobactérias e bactérias ácido-láticas (BAL) em armazenamento de filés de pernil caprino a 10°C sob diferentes condições de embalagem. A – Aerobiose; V – Vácuo; V+UV – Vácuo + Radiação UV-C; UV-C+US – Radiação UV-C + Ultrassom.	26
Tabela 2: Parâmetros de crescimento microbiano de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas, psicotróficas, bactérias ácido-láticas e enterobactérias em amostras de filé de pernil de cabrito a 10 °C sob diferentes condições de acondicionamento	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Carne Caprina	13
2.2 Radiação Ultravioleta	14
2.2 Ultrassom	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivos geral	16
3.2 Objetivos específicos	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Desenho experimental.....	17
4.2 Análise de pH	17
4.3 Instrumental de cor	17
4.4 Instrumental de textura	18
4.5 Oxidação lipídica	18
4.6 Oxidação proteica	18
4.8 Análise microbiológica	19
4.9 Análise estatística	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1 pH.....	19
5.2 Instrumental de cor	20
5.3 Instrumental de textura	21
5.4 Oxidação lipídica	23
5.5 Oxidação proteica	24
5.2 Microbiologia	25
6. CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução, Revisão de literatura e Discussão)	32
Resumos publicados e apresentados em congresso	37

1. INTRODUÇÃO

A produção de proteína animal mundial tem demonstrado um crescimento constante nos últimos anos, com maior importância comercial para carne bovina, suína e de aves (FAO, 2016). No entanto, espera-se que o mercado de carne caprina também aumente neste cenário, contribuindo para o consumo desta matriz carne (AHDB, 2015). A carne de caprinos tem sido utilizada como a principal proteína animal alternativa ao consumo humano em diversas comunidades, principalmente devido a questões religiosas e culturais que rejeitam o consumo de bovinos, suínos e aves. Além disso, a rusticidade do animal permite grande adaptação a condições extremas, que permite um manejo de baixo custo e o acolhe em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (Webb et al., 2005; AHDB, 2015). Cenário semelhante é observado no Nordeste do Brasil, região com a maior população nacional de caprinos, onde se verifica o clima semi-árido e a escassez de chuvas e pastagens (IBGE, 2013; INSA, 2014).

No entanto, a exploração potencial da carne caprina ainda é considerada fraca, principalmente devido à falta de investimentos em uma raça produtora de carne, que confere baixos índices de produtividade animal, bem como um nível tecnológico deficiente de industrialização e distribuição da matriz que resulta em produtos de baixa qualidade (Embrapa, 2016). Além disso, a carne de cabra é pouco aceita pelos consumidores devido à sua coloração mais escura e menor sensibilidade quando comparada à carne de ovelha (Webb et al., 2005). Nesse contexto, estudos sobre o melhoramento genético animal aliado ao uso de tecnologias alternativas de preservação que melhoram a qualidade sensorial e microbiológica da carne desencadearam o interesse da comunidade científica (Turner et al., 2014).

Neste sentido, metodologias não térmicas de conservação, como a radiação (UV-C) e o ultrassom (US), tem sido estudadas como forma de elevar a qualidade microbiológica e físico-química de produtos cárneos (Haughton et al., 2011; Chang et al., 2012; Ozuna et al., 2013; Li et al., 2014; Chang et al., 2015). Diversos estudos demonstraram a eficiência da aplicação isolada do US em produtos cárneos, assim como combinado com outros métodos de conservação (Jayasooriya et al., 2007; Turantas et al., 2015; Alarcon-Rojo et al., 2015). Além disso, melhorando as propriedades tecnológicas em produtos cárneos, sem comprometer outros parâmetros de qualidade (Li et al., 2015). Por outro lado, estudos relacionados à radiação UV-C em produtos cárneos ainda são limitados. O uso dessa tecnologia tem sido avaliado em matrizes como frango e

peixe, sendo considerado eficiente para inativação de microrganismos deterioradores e patogênicos, redução da carga microbiana inicial e prolongamento da validade comercial dos produtos (Silva et al., 2015). No entanto, os estudos sobre os efeitos microbiológicos e físico-químicos desta tecnologia em produtos caprinos são escassos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de radiação UV-C isolada e em combinação com o US para determinar a influência dessas tecnologias não térmica sobre parâmetros físico-químicos e microbiológica em carne de caprino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Carne caprina

A carne caprina, comparada a outras matrizes cárneas, é considerada uma matriz magra, que possui baixos teores de colesterol e gorduras saturadas, além de fonte de proteínas de alto valor biológico. Dentre os países desenvolvidos, Austrália e em seguida Nova Zelândia, são considerados um dos maiores fornecedores de carne ovina e caprina, contribuindo com aproximadamente 45% do montante de exportação para o Oriente Médio e norte da África. Dentre os maiores importadores encontram-se a Arábia Saudita, os Emirados Árabes, a Jordânia, o Kuwait e a China, onde o consumo de carne ovina e caprina ganha destaque, com reais perspectivas de crescimento.

Além destes países, apesar da produção em pequena escala, o Paquistão e a Índia têm a carne ovina e caprina como a principal alternativa para consumo de proteína animal, principalmente devido a questões religiosas e culturais que rejeitam o consumo de aves, bovinos e suínos pela população. Em adição a atender particularidades culturais e religiosas de certos países asiáticos, a produção de carne caprina apresenta baixo custo e a rusticidade do animal possibilita grande adaptação a condições extremas como escassez de pastagens e longos períodos secos, possibilitando a produção desta matriz por uma diversidade de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (AHDB, 2015).

Panorama similar é observado no Brasil, mais especificamente no Nordeste do país, região que apresenta maior produção e maior efetivo de animais, onde encontra-se clima semiárido com escassez de chuvas e pastagens (INSA, 2014). Entretanto, o consumo e comércio desta carne no

país e a nível internacional ainda é reduzido devido principalmente a escassez de informações e ao baixo nível tecnológico disponível para a produção, industrialização e distribuição desta carne (Embrapa, 2016).

Além disso, estudos demonstram que durante o processo de abate e processamento de carnes, a contaminação por microrganismos pode acarretar na aceleração da deterioração do produto, assim como constitui risco a saúde pública quando presente agentes patogênicos. Estima-se que a cada ano cerca de 48 milhões de pessoas adoecem por doenças transmitidas por alimentos (DTAs), 128 mil são hospitalizados, e 3 mil vão a óbito (CDC, 2016).

2.2 Radiação UV-C

A radiação ultravioleta de ondas curtas (UV-C) é uma tecnologia não térmica, que tem sido utilizada para reduzir a carga microbiana em superfícies e na indústria de alimentos, sem alterar significativamente as características nutricionais e sensoriais de produtos alimentícios (Guerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004). A aplicação desta tecnologia apresenta várias vantagens para indústria de alimentos, como baixo custo, facilidade de instalação e manutenção, sem produzir resíduos químicos ou radioativos (Rodrigues et al., 2016).

O espectro eletromagnético cobre uma extensiva faixa de comprimentos de ondas, sendo que é na região não ionizante entre raios X e a luz visível que ocupa a radiação ultravioleta (100-400nm), cujo a sua classificação pode ser observada na tabela 1. A intensidade de radiação ultravioleta é expressa como fluxo de irradiância ou intensidade (Wm^{-2}), enquanto a dose, que é uma função da intensidade e tempo de exposição, é expressa como exposição radiante (Jm^{-2}) (Guerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004; Koutchma et al., 2009).

Tabela 1: Características da luz ultravioleta.

Tipo	Comprimento de onda	Faixa	Características
UV-A	Longo	320-400 nm	Mudanças na pele humana (bronzeamento)
UV-B	Médio	280-320 nm	Queimadura de pele (câncer)
UV-C	Curto	200-280 nm	Faixa germicida (microorganismos)
UV-V		100-200 nm	Faixa de UV de vácuo

Fonte: Guerrero-Beltrán; Barbosa-Cánovas (2004)

A radiação UV-C provoca injúrias diretas ao DNA dos microrganismos pela formação de ligações crosslinking entre bases nitrogenadas, que dificultam os processos de replicação e transcrição, e inativam o crescimento de microrganismos (Koutchma et al., 2009; Birmpa et al., 2013). A eficácia da desinfecção da superfície por UV-C na superfície dos alimentos é influenciada por vários fatores, incluindo: dose de UV-C, tempo de exposição, características da superfície, nível de inóculo bacteriano inicial e espécie bacteriana (Otto et al., 2011)

Alguns estudos demonstram que a aplicação da radiação UV-C em produtos cárneos ainda é limitada. A utilização desta tecnologia tem sido avaliada em matrizes como frango e pescado, sendo considerada eficiente para inativação de microrganismos deteriorantes e patogênicos, redução da carga microbiana inicial e prolongamento da validade comercial dos produtos (Lazaro et al., 2014; Silva et al., 2015; Rodrigues et al., 2016; Bottino et al., 2016; Ojha et al., 2016). Entretanto não têm estudos sobre a aplicação desta tecnologia em carne caprina.

2.3 Ultrassom

O ultrassom (US) é uma tecnologia de processamento não térmica, que diversos estudos demonstram eficiência da sua aplicação de forma isolada e, alguns pesquisadores, de forma combinada para a melhora da qualidade microbiológica e das propriedades tecnológicas da carne, sem comprometer outros parâmetros de qualidade (Jayasooriya et al., 2007; Turantas et al., 2015; Alarcon-Rojo et al., 2015; Li et al., 2015).

Nesta tecnologia são utilizadas faixas de som que são divididas em ultrassom de alta frequência e baixa intensidade (NI MHz, b1 Wcm⁻²), sendo um método não destrutivo e tem sido aplicado para análise ou caracterização de compostos, e ultra-som de baixa frequência e alta intensidade (20–100 kHz com 10–1000 Wcm⁻²), pode ser utilizado para modificar estruturas celulares e em vários outros processos tais como inibição de espuma, emulsificação, inibição ou activação de enzimas e cristalização. Ambos os tipos são úteis na área de tecnologia de alimentos (Chemat et al., 2011).

A melhora da qualidade microbiana de produtos cárneos, ocorre devido a ação das ondas ultrassônicas que promovem danos a membranas celulares e ao DNA microbiano através da produção de radicais livres. Além dessa melhora, o US promove aumento da maciez através da aceleração das reações enzimáticas causadas pela ruptura das células musculares (Manãs & Pagán, 2005; Alarcón-Rojo, 2015; Turants et al., 2015).

O US é uma tecnologia que pode ser utilizada em produtos cárneos com o objetivo de reduzir o tempo de processamento, economizar energia, aumentar a validade comercial e a qualidade dos produtos. Dessa forma, esta é considerada uma tecnologia de interesse para as indústrias por ser utilizadas por equipamentos de ultrassom práticos e confiáveis (Chemat et al., 2011).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do projeto é avaliar os efeitos físico-químicos e microbiológicos da aplicação de UV-C isolada e em combinação com o US sob a validade comercial da carne caprina

3.2 Objetivos específicos

- a. Verificar a qualidade bacteriológica inicial da carne caprina através da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas, enumeração de Enterobactérias e contagem de bactérias ácido-lácticas;
- b. Verificar a validade comercial da carne caprina submetida à vácuo, radiação UV-C e ultrassom a partir de parâmetros físico-químicos (pH, oxidação lipídica, oxidação protéica (carbonilas), cor (*L*, *a* e *b*) e textura) e bacteriológicos (contagem de bactérias heterotróficas aeróbias

mesófilas e psicrotróficas, enumeração de Enterobactérias e contagem de bactérias ácido-láticas);

- c. Determinar as variações de cor e textura durante o período de estocagem mediante análises instrumentais (colorímetro e texturômetro);
- d. Determinar através da microbiologia preditiva os parâmetros de crescimento destes microrganismos em carne caprina submetida a diferentes condições de conservação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenho experimental

Foram utilizados 80 Kg de pernil caprino com osso de um abatedouro localizado no município de Feira de Santana, Bahia. As amostras foram transportadas (0 °C) em recipientes isotérmicos até a Universidade Federal Fluminense, onde foram realizados a desossa e a filetagem do pernil. As amostras foram divididas em quatro tratamentos, sendo eles: aerobiose (A), vácuo (V), vácuo + radiação UV-C (UV) e vácuo + radiação UV-C + ultrassom (UV+US). Para o envase foi utilizado, com exceção da condição de aerobiose, seladora a vácuo (Conceito Vácuo – CAV 40) para retirada do ar atmosférico presente no interior da embalagem. A aplicação do ultrassom foi realizada de acordo com Chang et al. (2012), utilizando intensidade de 40 kHz com potência 1500 W por 10 minutos a 20°C em lavadora ultrassônica (Unique modelo USC5000). A radiação UV-C foi aplicada segundo Lázaro et al. (2013), utilizando intensidade de 1,95 mW/cm² por 90 segundos. A intensidade foi determinada pelo radiômetro UV (MRUR-203 TM, Instrutherm, São Paulo, Brasil).

As amostras foram armazenadas sob refrigeração a 10 °C e submetidas às análises físico-químicas e microbiológicas durante 14 dias. As análises foram realizadas em triplicata experimental e analítica.

4.2 Análise de pH

A determinação do pH foi realizada de acordo com Conte-Junior et al. (2010). Foi utilizado 10 g de amostra em 90 mL de água destilada. A mensuração foi realizada através de pHmetro DM-22 (Digimed Instrumentação Analítica, Santo Amaro, Brasil).

4.3 Instrumental de cor

Para determinação de cor foram mensurados os valores de L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) em três pontos aleatórios da superfície exposta a luz. Foi utilizado o espectrofotômetro portátil CM-600D (Konica Minolta, Osaka, Japão), abertura de 8 mm, ângulo do observador 10° e iluminante A. Foi utilizado o valor médio entre os três pontos (AMSA, 2012).

4.4 Instrumental de textura

A análise de perfil de textura foi realizada de acordo com Rodrigues et al. (2017). Foi utilizado o texturômetro (TA-XT. Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK), equipado com célula de carga de 50 kg e sonda cilíndrica de 36 mm (P/36). As amostras foram padronizadas em tamanho (1,5 cm \times 1,5 cm \times 1,5 cm) e a análise foi determinada utilizando dois ciclos de compressão de 60% com um intervalo de 15 segundos entre compressões. A velocidade de pré-teste, teste e pós-teste foram de 1,1 e 5,0 mm/s, respectivamente. Os parâmetros de dureza, firmeza, coesividade, gomosidade, mastigabilidade, elasticidade e adesividade foram calculados usando o software Exponent, Versão 6.1.9.1 (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra).

4.5 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada conforme metodologia proposta por Sinnhuber & Yu, (1958) com modificações (Buege & Aust, 1978; Alcantara et al., 2015). Em resumo, as amostras foram homogeneizadas em ácido tricloracético (TCA) a 11%, centrifugadas, adicionadas a solução de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) 20 Mm e incubadas por 20 horas. A leitura foi realizada em comprimento de onda de 532 nm, utilizando espectrofotômetro UV-1800 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão).

4.6 Oxidação proteica

A oxidação proteica foi realizada por meio da quantificação dos grupamentos carbonilas de acordo com a metodologia proposta por Oliver et al. (1987) com modificações (Armenteros et al, 2009; Mercier et al, 1998; Canto et al., 2016). Resumidamente, as amostras serão homogeneizadas com KCl 0,15 M (pH 7,4) e adicionadas de TCA a 10%. Os sobrenadantes serão rejeitados e o sedimento será homogeneizado com HCl 2N ou DNPH 10mM em HCl 2N, incubados e adicionados de TCA a 10%. O precipitado será lavado com solução 1:1 de etanol/acetato de etilo (v/v) e centrifugado. Os sedimentos serão dissolvidos em tampão constituído por fosfato de sódio 20 mM (pH 6,5) e cloridrato de guanidina 6 M. As leituras do teor

de proteína e carbonilas serão realizadas em comprimento de onda de 280 nm e 370 nm, respectivamente, em espectrofotômetro (UV-1800 - Shimadzu).

4.7 Análise microbiológica

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas (BHAM), psicotróficas (BHAP) e bactérias ácido-láticas (BAL), assim como a enumeração de enterobactérias foram realizadas baseada na metodologia proposta pela American Public Health Association descrita no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (Downes & Ito, 2001). A semeadura semiautomática foi realizada através de Spiral Plater (Eddy Jet 2, Instrumentos IUL, Barcelona, Espanha), utilizando os meios Ágar Padrão para Contagem (PCA) para contagem de BHAM e BHAP, enquanto que para contagem de enterobactérias e enumeração de BAL utilizou-se os meios Agar de Bile Vermelho Violeta (VRBG) e Man Rogosa Sharpe (MRS), respectivamente.

4.8 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste de Tukey a 95% de nível de confiança usando XLSTAT (Addinsoft, Paris, França) e os gráficos foram realizados usando um pacote estatístico comercialmente disponível (GraphPad Prism versão 5.00 para Windows, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA). As curvas de crescimento microbiano foram modeladas utilizando o programa estatístico DMFit 2.0 (IFR, Norwich, UK) baseado na microbiologia preditiva e os parâmetros de crescimento bacteriano definidos pelos modelos (Baranyi e Roberts, 1994).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

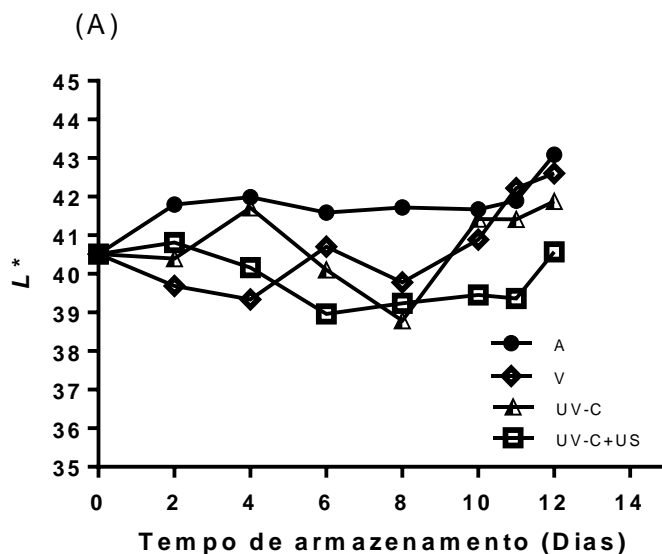
5.1 pH

Não houve mudanças ($p > 0,05$) nos valores de pH entre os tratamentos e ao longo do período de armazenamento. Os valores iniciais de pH de filés de pernil caprino nos tratamentos A, V, UV-C e UV-C+US, respectivamente foram $5,9 \pm 0,4$, $6,0 \pm 0,2$, $5,9 \pm 0,2$ e $6,1 \pm 0,02$, e o finais foram $5,5 \pm 0,0$; $5,5 \pm 0,2$; $5,5 \pm 0,3$ e $5,9 \pm 0,2$. O valor de pH post mortem da carne de cabra pode variar entre 5,6 e 7,0, dependendo de fatores como espécies e estações (Weeb, 2005). Babji et al.

(2000) observou que tanto as carnes que foram embaladas aerobiose quanto as embaladas a vácuo, não ocorreu mudanças significativas no pH. Os efeitos da radiação UV-C e do US que podem promover possíveis danos físico-químicos não foram suficientes para alterar o pH.

5.2 Instrumental de cor

Os valores de cor instrumental do filé de pernil caprino durante o armazenamento estão representados na Figura 1 (A-C). Os valores de L^* teve um aumento significativo ($p < 0,05$) no último dia de armazenamento em comparação com as amostras tratadas com UV-C+US. A combinação entre a radiação UV-C e o ultrassom conseguiram manter os valores de L^* ($p > 0,05$) durante o armazenamento. No teor de vermelho (a^*) não houve alterações ($p > 0,05$) entre os tratamentos, entretanto as amostras apresentaram um aumento ($p < 0,05$) durante o tempo de estocagem, indicando uma coloração muscular mais escura, o mesmo foi observado no teor de amarelo (b^*). Apesar do efeito do US alterar a coloração da carne, por promover uma desnaturação de proteína, o tempo utilizado não foi suficiente para que houvesse uma redução nos valores de a^* na carne (Jayasooriya et al., 2007).



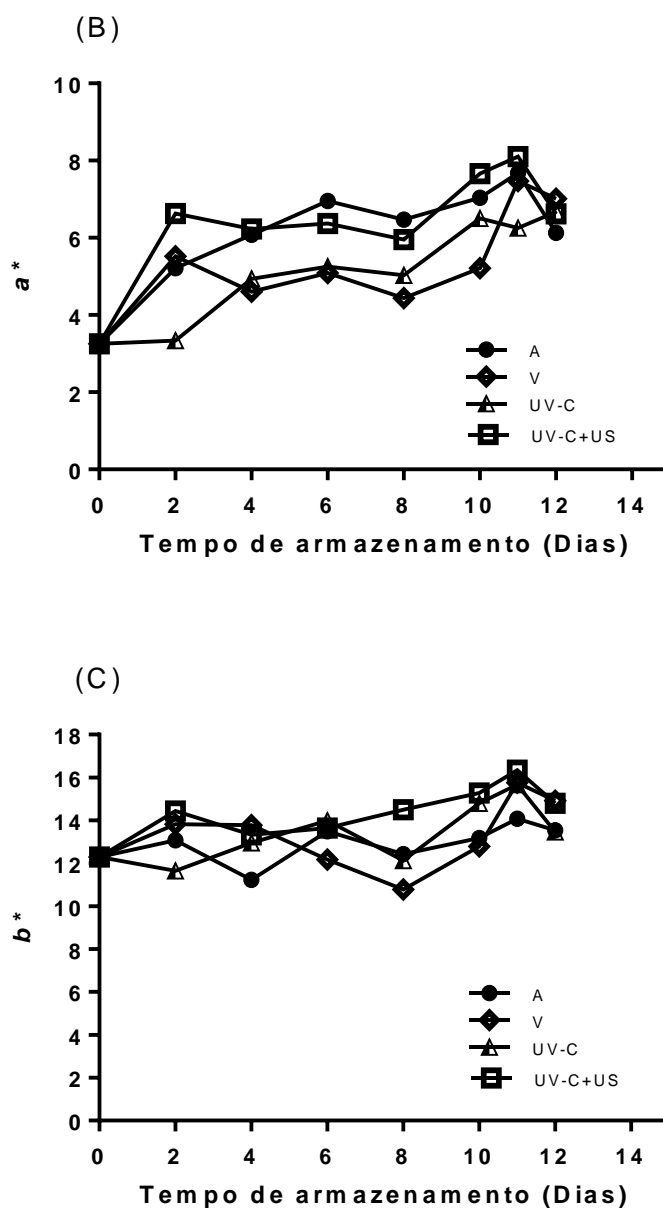


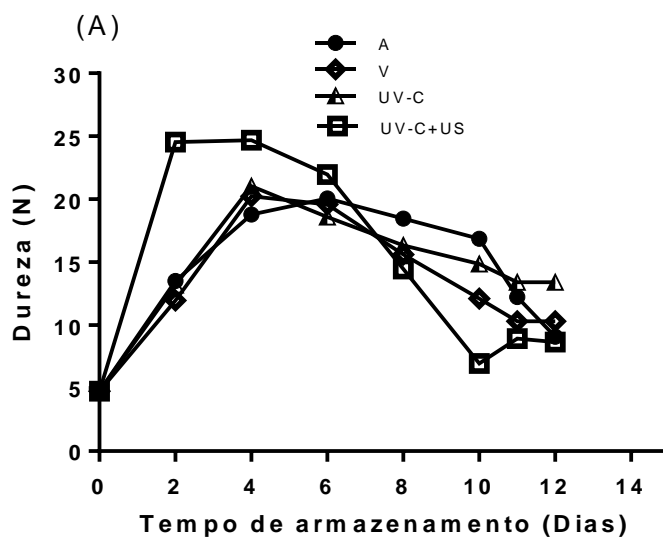
Figura 1 (A-C). Parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) em amostras de filéd de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento.

5.3 Instrumentais de textura

As variações nos parâmetros da textura instrumental, incluindo dureza, elasticidade e coesão, dos filés de pernil de caprino em diferentes embalagens são apresentadas na Figura 2 (A-C). Foi observado que a dureza (Figura 2-A) teve um aumento inicial em todos os tratamentos ($p > 0,05$). O aumento ($p > 0,05$) que houve no tratamento UV-C+US, ocorreu provavelmente por

conta do tempo de aplicação do US no filé de caprino, que não foi suficiente para que ocorresse o amaciamento do filé. De acordo com Alarcon-Rojo et al. (2015), para que ocorra amaciamento da carne, o tempo de aplicação de US deve ser maior ou igual a 2 horas. As diminuições da dureza que ocorreu em todos os tratamentos a partir do 6º dia de armazenamento devido a processos autolíticos e deterioração da carne (Rodrigues et al., 2017), que promoveu o processo de amaciamento da matriz.

Não ocorreu diferenças significativas ($p > 0,05$) para elasticidade (Figura 1-B) entre os tratamentos durante o tempo de estocagem, entretanto todos os tratamentos apresentam um aumento ($p > 0,05$) do dia inicial até o dia final do armazenamento, isso pode ocorrer por conta da perda de umidade que ocorre durante o armazenamento, que aumenta os parâmetros texturiais em produtos cárneos (Martinez et al. 2004). A coesividade da carne em todos os tratamentos não houve diferenças significativas ($p > 0,05$).



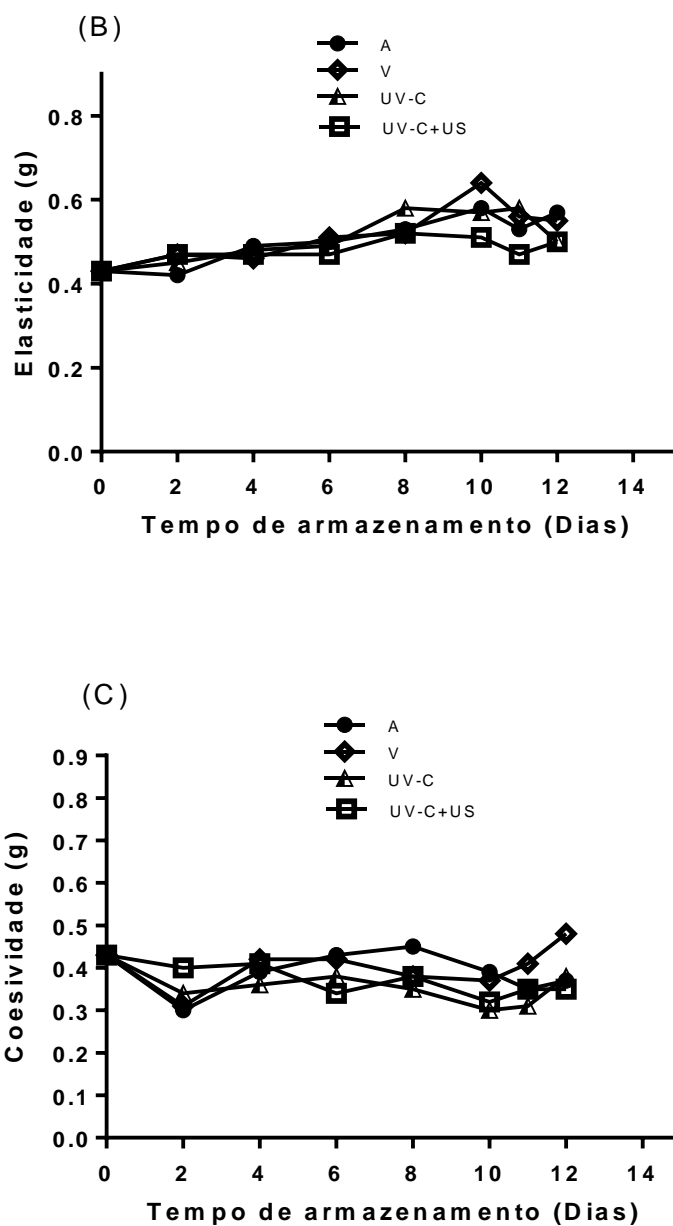


Figura 2 (A-C). Parâmetros instrumentais de textura (Dureza, elasticidade e coesividade) em amostras de filéd de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento.

5.4 Oxidação lipídica

Em relação a oxidação lipídica, os valores de TBARS durante o armazenamento são mostrados na Figura 3. Os resultados demonstraram que os filés de pernil caprino do tratamento A demonstrou um aumento significativo ($p < 0,05$) nos valores de TBARS, isso ocorreu devido a

presença de oxigênio, que influencia no nível de oxidação lipídica (Rodrigues et al., 2016). O tratamento V resultou em valores TBARS mais baixos no último dia de armazenamento, por conta da ausência de oxigênio. Não foi observado um aumento significativo ($p > 0,05$) nos tratamentos UV-C e UV-C+US, provavelmente devido à baixa dose de UV-C e ao período de exposição que não foi suficiente para promover a oxidação (Lazaro et al., 2014).

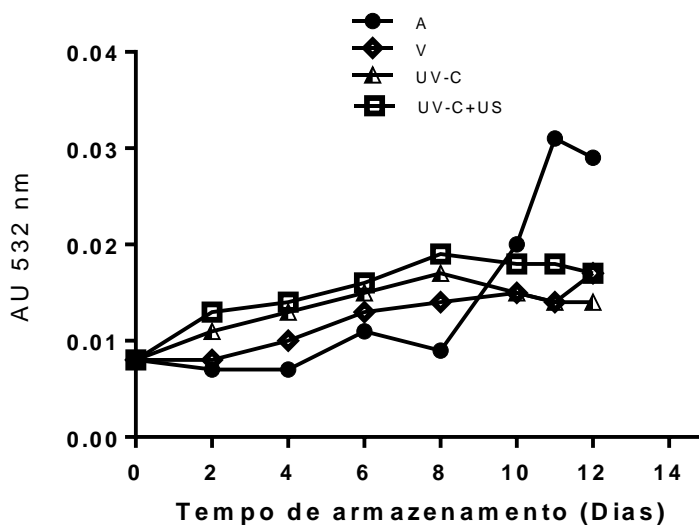


Figura. 3. Oxidação lipídica em amostras de filé de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento.

5.5 Oxidação proteica

Os conteúdos de carbonilas de filé de pernil caprino estão representados na Figura 4. Todos os tratamentos demonstram um aumento ($p > 0,05$) no conteúdo de carbonilas que se mantiveram ao longo dos dias de armazenamento, porém no último dia de armazenamento o vácuo apresentou menores conteúdos de carbonilas, isso por conta da ausência de oxigênio na embalagem, assim como foi observado na oxidação lipídica (Rodrigues et al., 2016). Além disso, tanto a tecnologia da radiação UV-C quanto o ultrassom podem elevar o nível de radicais livres presentes na matriz alimentar. Dessa forma, tais elementos aumentam a instabilidade dos alimentos aos processos oxidativos (Cunha et al., 2018).

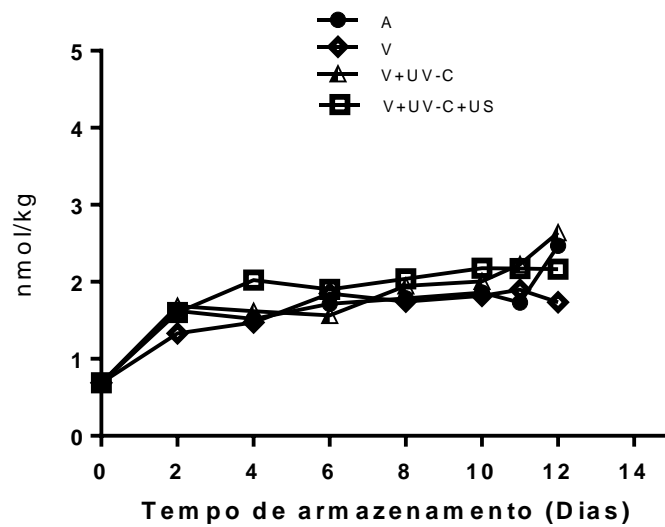


Figura. 4. Oxidação proteica em amostras de filéd de pernil de cabrito a 10°C sob diferentes condições de acondicionamento.

5.6 Microbiologia

As alterações na contagem total de BHAM, BHAP e BAL e enumeração de enterobactérias nos filés de pernil caprino em função das condições de embalagem e tempo de armazenamento estão demonstradas na Figura 5 (A-D).

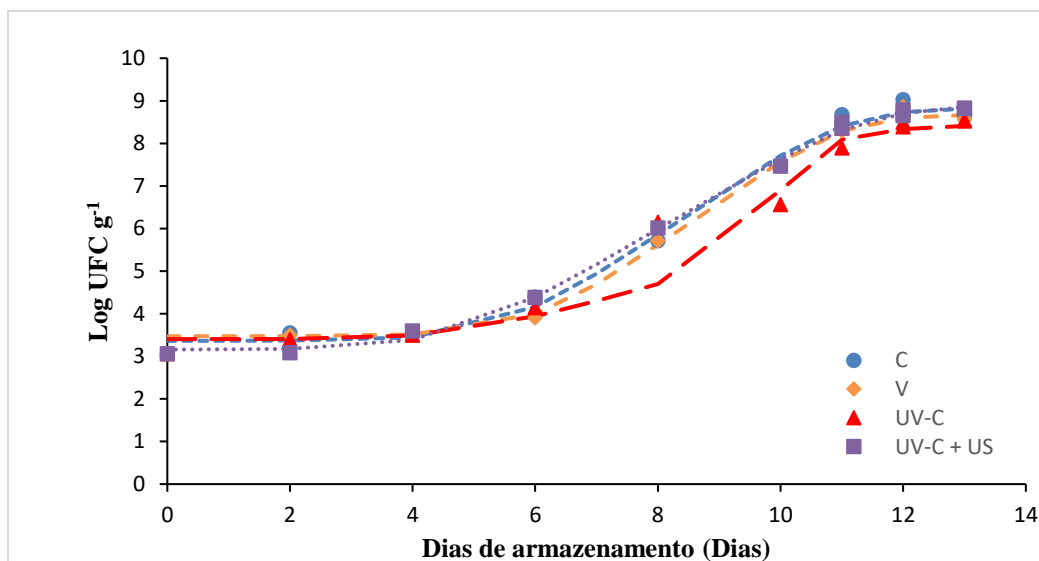


Figura. 5 - A. Curvas de crescimento bacteriano - Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Mesófilas (BHAM) em armazenamento de filés de pernil caprino a 10°C sob diferentes condições de embalagem. A – Aerobiose; V – Vácuo; UV-C – Vácuo + Radiação UV-C; UV-C+US – Radiação UV-C + Ultrassom.

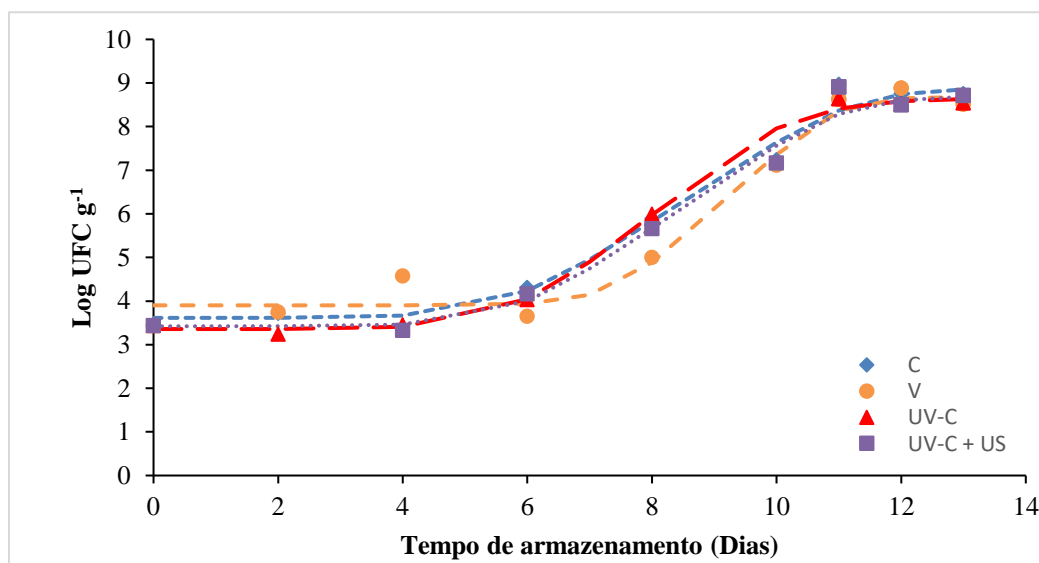


Figura 5 - B. Curvas de crescimento bacteriano - Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicrotróficas (BHAP) em armazenamento de filés de pernil caprino a 10°C sob diferentes condições de embalagem. A – Aerobiose; V – Vácuo; UV-C – Vácuo + Radiação UV-C; UV-C+US – Radiação UV-C + Ultrassom.

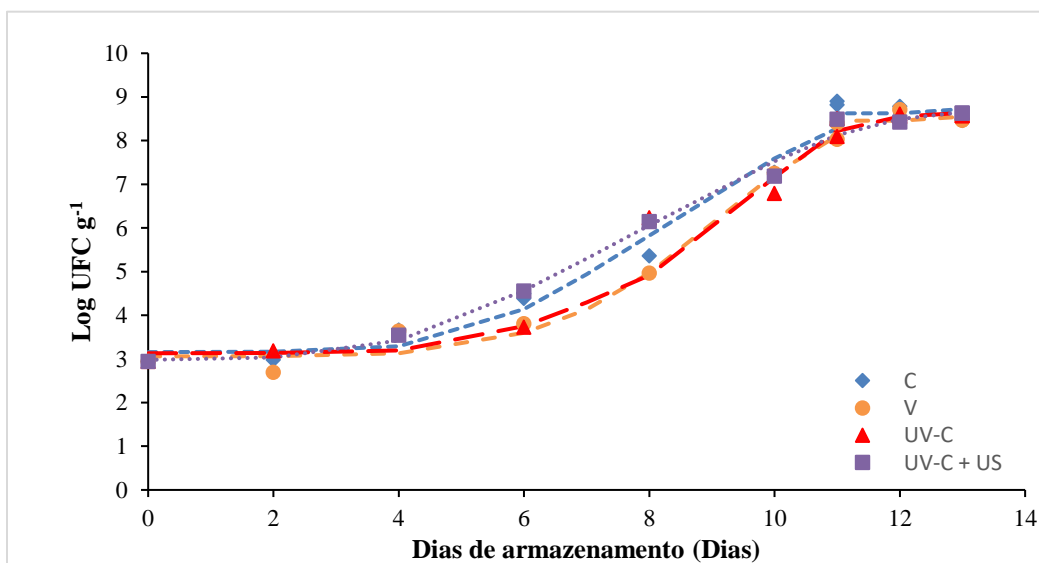


Figura 5- C. Curvas de crescimento bacteriano - Enterobactérias em armazenamento de filés de pernil caprino a 10°C sob diferentes condições de embalagem. A – Aerobiose; V – Vácuo; UV-C – Vácuo + Radiação UV-C; UV-C+US – Radiação UV-C + Ultrassom.

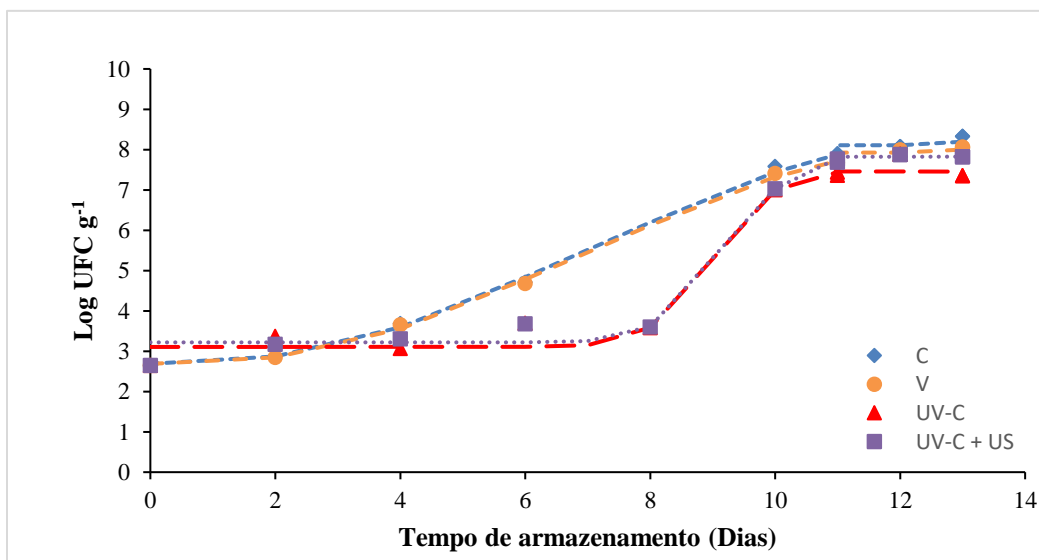


Figura 5 - D. Curvas de crescimento bacteriano - Bactérias ácido-láticas (BAL) em armazenamento de filés de pernil caprino a 10°C sob diferentes condições de embalagem. A – Aerobiose; V – Vácuo; UV-C – Vácuo + Radiação UV-C; UV-C+US – Radiação UV-C + Ultrassom.

As contagens iniciais de BHAM, BHAP, BAL e Enterobactérias (dia 0) dos filés de pernil caprino foram de $3,03 \pm 0,08$; $3,41 \pm 0,10$; $2,82 \pm 0,04$; e $2,51 \pm 0,09$ log UFC g⁻¹, respectivamente, consideradas cargas microbianas iniciais relativamente baixas quando comparadas com outros

estudos em carne ovina e caprina que verificaram contagens iniciais de 6,33, 5,50 e 5,82 log UFC g⁻¹ de BHAM, BHAP e BAL, respectivamente (Fregonesi et al., 2014) e de aproximadamente 4,20 log UFC g⁻¹ de Enterobactérias (Babjia et al., 2000).

Ao avaliar o crescimento de BHAM verificou-se que as condições de embalagem afetaram a validade comercial de forma diferenciada entre grupos. Os valores atingiram o limite superior de 7 log UFC g⁻¹ a partir do 8º dia de armazenamento no grupo controle (A) e combinado (UV+US), enquanto que para os grupos vácuo (V) e V+UV o limite somente foi atingido no 10º dia de estocagem.

Os parâmetros de crescimento microbiano em função de cada condição de embalagem estão representados na Tabela 2. Ao analisar os dados dos parâmetros de crescimento observou-se formação de fase lag para todos os grupos microbianos em todas as diferentes condições de embalagem. No grupo mesófilos não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, no grupo de psicrotróficos e enterobactérias uma extensão da fase lag ($p < 0,05$) foi verificada após aplicação do vácuo (V) em relação aos outros tratamentos, devido a maior necessidade de adaptação ao ambiente com baixa concentração de oxigênio. Além disso, observou-se prolongamento de fase lag ($p < 0,05$) em relação ao grupo BAL nas condições de embalagem V+UV e UV+US quando comparados aos grupos controle e vácuo. Segundo Wang et al. (2016), o grupo BAL representa quase a totalidade de bactérias presentes em carnes caprinas embaladas à vácuo, devido ao fato de serem anaeróbios facultativos com capacidade de se adaptarem rapidamente em condições de microaerofilia, o que explica a observação mais evidente da ação da radiação UV-C neste grupo, prolongando a fase de latência.

Tabela 2. Parâmetros de crescimento microbiano de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas, psicrotróficas, bactérias ácido-láticas e enterobactérias em amostras de filé de pernil de cabrito a 10 °C sob diferentes condições de acondicionamento.

Microorganismos	Parâmetros	A	V	UV	UV+US
BHAM	Lag	5,34±0,036 ^a	6,03±0,46 ^a	6,81±2,03 ^a	4,67±0,41 ^a
	Log	0,31±0,02 ^a	0,28±0,04 ^a	0,18±0,13 ^a	0,35±0,02 ^a
	NC	8,88±0,09 ^{ab}	8,72±0,08 ^b	8,44±0,04 ^c	8,91±0,08 ^a
BHAP	Lag	5,61±0,35 ^b	7,33±0,28 ^a	5,33±0,59 ^b	5,75±0,18 ^b
	Log	0,31±0,03 ^a	0,23±0,01 ^b	0,29±0,06 ^{ab}	0,31±0,01 ^{ab}
	NC	8,84±0,10 ^a	8,68±0,00 ^a	8,59±0,17 ^a	8,69±0,16 ^a
Enterobactérias	Lag	5,26±0,24 ^{ab}	7,65±0,03 ^a	5,22±1,95 ^{ab}	3,90±0,43 ^b
	Log	0,33±0,01 ^a	0,28±0,08 ^a	0,31±0,11 ^a	0,39±0,01 ^a
	NC	8,76±0,05 ^a	8,49±0,01 ^b	8,69±0,18 ^{ab}	8,70±0,04 ^{ab}
BAL	Lag	3,05±0,46 ^b	3,05±0,22 ^b	8,00±0,53 ^a	8,03±0,36 ^a
	Log	0,45±0,03 ^a	0,44±0,04 ^a	0,15±0,03 ^b	0,16±0,03 ^b
	NC	8,24±0,02 ^a	7,99±0,02 ^a	7,44±0,02 ^c	7,778±0,15 ^b

BHAM – Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Mesófilas; BHAP – Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicrotróficas; BAL – Bactérias Ácido-láticas; Lag – fase lag (dias); Log – fase log (horas); NC – Número de colônias na fase estacionária (log CFU g⁻¹); A – Aerobiose; V – Vácuo; V+UV – Vácuo + Radiação UV-C; UV+US – Radiação UV-C + Ultrassom.

Os valores são exibidos como média e desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (p < 0,05)

Em relação ao tempo de duplicação, não foi observada diferença estatística significativa (p > 0,05) entre os tratamentos nos grupos BHAM e enterobactérias. Entretanto, verificou-se maior taxa de crescimento do grupo BAL nas condições de embalagem UV-C e UV+US quando comparadas ao grupo controle e vácuo. Embora o efeito da radiação ultravioleta seja eficaz somente para descontaminação superficial do produto, a ação da radiação depende também de outros parâmetros como espécie e estirpe bacteriana, a composição da superfície alimentar, o nível de deformação e a densidade de microrganismos, além da potência e do comprimento de onda da lâmpada UV-C (Lazaro et al., 2014; Guerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004; Sastry, Datta e Worobo, 2000). Consequentemente, a aceleração do tempo de geração microbiana pode estar relacionado à redução da competição dos microrganismos por nutrientes, que favorece a multiplicação da microbiota resistente a radiação UV-C, assim como aquela protegida dos raios

UV-C. Além disso, sabe-se que a radiação UV-C provoca mudanças bioquímicas em alimentos, como a degradação de proteínas (Koutchma et al., 2009), o que potencialmente aumenta a disponibilidade de nutrientes para microrganismos remanescentes e estimula o crescimento microbiano (Lazaro et al., 2014). Esses fatos levam à normalização e até mesmo ao aprimoramento do crescimento microbiano (Rodrigues et al., 2016), observado no presente estudo principalmente no grupo BAL. Como citado anteriormente, as bactérias ácido-láticas são predominantes em embalagens em atmosfera modificada, como o vácuo (Wang, 2016), o que pode ser observado pela redução do tempo de duplicação microbiano pela ação da radiação UV-C mais evidente neste grupo.

Apesar do grupo BHAM não apresentar diferenças ($p > 0,05$) na fase lag e log entre as diferentes condições de embalagem, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) quando aplicado UV-C, apresentando menor número de colônias na fase estacionária. O mesmo comportamento foi verificado para o grupo BAL, no qual o número de colônias na fase estacionária foi menor quando comparado ao restante das condições de embalagem. Estes resultados indicam que apesar da radiação UV-C reduzir o tempo de duplicação microbiana, a quantidade de células microbianas na fase estacionária ainda permanece reduzida. Este panorama ocorre devido a inativação microbiana imediata quando se aplica esta tecnologia. Em geral, o efeito do US não foi verificado nos parâmetros de crescimento e na melhora da qualidade do produto, fato que pode ser atribuído a temperatura da água do banho do US durante o tempo de aplicação, favorecendo o crescimento microbiano.

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que apesar da aplicação do ultrassom promover alterações físico-químicas na matriz carne caprina, o tempo que foi aplicado não foi suficiente para influenciar os principais parâmetros relevantes nesta matriz.

Este estudo demonstrou que a radiação em geral promoveu um maior prolongamento da fase de latência e uma diminuição da taxa de crescimento de bactérias ácido-lácticas nas amostras submetidas à radiação UV-C.

A aplicação da radiação UV tanto isolada quanto combinada com o ultrassom apresenta um elevado potencial para aplicação na matriz cárnea caprina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHDB (2015). World sheep meat Market to 2025.
- Al-Bachir, M., & Mehio, A. (2001). Irradiated luncheon meat: microbiological, chemical and sensory characteristics during storage. *Food Chemistry*, 75, 169-175.
- Alarcón-Rojo, A.D.; Janacua, H.; Rodriguez, J. C.; Paniwnyk, L. & Mason, T. J. (2015). Power ultrasound in meat processing. *Meat Science*, 107, 86-93.
- Alcântara, A. V.; Azevedo, P. L.; Mársico, E. T.; Monteiro, M. L.; Rodrigues, B. L.; Conte Junior, C. A. (2015) Comparative Study on Total Lipid Quantification and Oxidative Rancidity Determination in Freshwater Fish Species with Different Fat Levels. *Journal of Food Studies*, v. 4, p. 34.
- AMSA (2012) Meat color measurement guidelines. Champaign, IL, USA: American Meat Science Association.
- Armenteros, M., Heinonen, M., Ollilainen, V., Toldrá, F., & Estévez, M. (2009). Analysis of protein carbonyls in meat products by using the DNPH method, fluorescence spectroscopy and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry (LC-ESI-MS). *Meat Science*, 83, 104-112.
- AOAC. (2012). Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists, 19.
- Babjia, Y.; Murthyb, T.R.K. & Anjaneyulub, A.S.R. (2000). Microbial and sensory quality changes in refrigerated minced goat meat stored under vacuum and in air. *Small Ruminant Research*, 36, 75-84.
- Baranyi, J., & Roberts, T. A. (1994). A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, 23, 277-294.
- Birmpa, A.; Sfika, V. & Vantarakis, A. (2013). Ultraviolet light and Ultrasound as non-thermal treatments for the inactivation of microorganisms in fresh ready-to-eat foods. *International Journal of Food Microbiology*, 167, 96-102.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Bourne M. C. (1978) Texture profile analysis. *Journal Food Science*, 32, 62-67

- Bouton, P. E.; Harris, P. V. & Shorthose, W. R. (1971). Journal of food science effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal Food Science*, 36, 435–439.
- Bottino, F. O., Rodrigues, B. L., Ribeiro, J. D. N., Lázaro, C. A. T., Conte-Junior, C. A. (2016). Effect of uv-c radiation on shelf life of vacuum package *Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* fillets. *Procedia Food Science*, 7, 13-16.
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal lipid, Peroxidation. In: S. Flesischer, S., & L. Packer, L. (Eds.), *Methods in Enzymology*, 52, 302-310.
- Canto, A. C.V.C.S.; Costa-Lima, B.R.C.; Suman, S. P. ; Monteiro, M. L. G. ; Viana, F. M. ; Salim, A. P. A.A. ; Nair, M. N. ; Silva, T. J.P. ; Conte-Junior, C. A. (2016). Color attributes and oxidative stability of longissimus lumborum and psoas major muscles from Nelore bulls. *Meat Science*, 121, 19-26.
- Chang, H.-J., Xu, X.-L., Zhou, G.-H., Li, C.-B., & Huang, M. (2012). Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food and Bioprocess Technology*, 5(1), 285-297.
- Chang, J.; Wang, Q.; Tang, C. & Zhou, G. (2015) Effects of ultrasound treatment on connective tissue collagen and meat quality of beef semitendinosus muscle. *Journal of Food Quality*, 38, 256-267.
- Chemat F.; Zill-e-Huma & Khan, M. K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.
- Conte-Júnior, C. A., Souza, V. G., Baptista, R. F., M_arsico, E. T., & Mano, S. B. (2010). Influência do ácido láctico e da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial da linguiça frescal de frango. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 17, 59 e 66.
- Cunha, Leda C.M., Monteiro, Maria Lúcia G., Lorenzo, José M., Munekata, Paulo E.S., Muchenje, Voster, De Carvalho, Francisco Allan L., Conte-Junior, Carlos A. (2018) Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. *Food Research International*, 111, 379-390.

- Downes, F.P., Ito, K., 2001. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods, American Public Health Association – APHA. fourth edition. (Washington).
- EMBRAPA (2016). Sistema de Produção de Caprinos e Ovinos de Corte para o Nordeste Brasileiro. Disponível em: http://damara.cnpc.embrapa.br/pagina.php?pg=pesquisa_desenvolvimento&uiui=orientacoes_tecnicas. Acesso em: 11 dez. 2016.
- FAO (2016). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>. Acesso em: 27 nov. 2016.
- Guerrero-Beltran, J. A., & Barbosa-Canoas, G. V. (2004). Advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Science and Technology International*, 10, 137e147.
- Haughton, P. N.; Lyng, J. G.; Cronin, D. A.; Morgan, D. J.; Fanning, S. & Whyte, P (2011). Efficacy of uv light treatment for the microbiological decontamination of chicken, associated packaging, and contact surfaces. *Journal of Food Protection*, 74 (4):565–572.
- IBGE (2013). Produção da Pecuária Municipal, 41.
- INSA (2014). Semiárido brasileiro riquezas, diversidades e saberes Instituto Nacional do Semiárido Campina Grande - PB 2014. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/wp-content/uploads/2014/08/Cartilha-semi%C3%A1rido-final.pdf>. Acesso em 07.12.2016.
- Jayasoorya, S.D.; Torley P.J.; D’Arcy, B.R. & Bhandari, B.R. (2007). Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. *Meat Science*, 75, 628-639.
- Koutchma, T.; Forney, L. & Moraru. C. (2009). Ultraviolet Light in Food Technology: Principles and applications of UV technology. 1st, 1–32.
- Lázaro, C. A. (2013). Validation of an hplc methodology for the identification and quantification of biogenic amines in chicken meat. *Food Analytical Methods*, 6, 1024-1032.
- Lazaro, C. A.; Conte-Junior, C. A.; Monteiro, M. L. G.; Canto, A. C. V. S.; Costa-Lima B. R. C.; Mano, S. B. & Franco, R. M. (2014). Effects of ultraviolet light on biogenic amines and other quality indicators of chicken meat during refrigerated storage. *Poultry Science*, 93(9):23043-13.
- Li, K., Kang, Z.; Zou, Y.; Xu, X. & Zhou, G (2015). Effect of ultrasound treatment on functional properties of reduced-salt chicken breast meat bater. *Food Science and Technology*, 52, 2622-33.

- Manãs, P. & Pagán, R. (2005). A REVIEW Microbial inactivation by new technologies of food preservation. *Journal of Applied Microbiology*, 98, 1387-1399.
- Martinez O, Salmerón J, Guillén MD, Casas C (2004) Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavourings. *Food Control*, 15:457–461
- Mercier, Y., Gatellier, P., Viau, M., Remignon, H., & Renerre, M. (1998). Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in Turkey meat during storage. *Meat Science*, 48, 301–318
- Ojha, K. S.; Kerry, J. P.; Alvarez, C.; Walsh, D. & Tiwari, B. K. (2015). Effect of high intensity ultrasound on the fermentation profile of *Lactobacillus sakei* in a meat model system. *Ultrasonics Sonochemistry*, 31, 539-545.
- Oliver, C. N.; Ahn, B. W.; Moerman, E. J., Goldstein, S., & Stadtman, E. R. (1987). Aged-related changes in oxidized proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 262, 5488-491.
- Otto, C.; Zahn, S.; Rost, F.; Zahn, P. & Jaros, D. Rohm, H. (2011). Physical methods for cleaning and disinfection of surfaces. *Food Engineering Reviews*, 3, 171-188
- Ozuna, C.; Puig, A.; García-Pérez, J. V.; Mulet, A. & Cárcel, J. A. (2013). Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural properties of pork meat (*Longissimus dorsi*) brined at different NaCl concentrations. *Journal of Food Engineering*, 119, 84-93.
- Rodrigues, B. L.; Alvares, T. S.; Sampaio, G. S. L.; Cabral, C. C.; Araujo, J. V. A.; Franco, R. M.; Mano, S. B. & Conte-Junior, C. A. (2016). Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Food Control*, 60, 596-605.
- Rodrigues, B. L.; Costa, M. P.; Frasso, B. S.; Silva, F. A.; Mársico, E. T.; Alvares, T. S. & Conte-Junior, C. A. (2017). Instrumental texture parameters as freshness indicators in five farmed brazilian freshwater fish species. *Food Analytical Methods*, 10, 3589-3599.
- Sastry, S. K., Datta, A. K., & Worobo, R. W. (2000). Ultraviolet light. *Journal of Food Science Supplement*, 65, 90e92.
- Silva, H.L.A.; Costa, M. P.; Frasso, B.S.; Mesquita E. F. M.; Mello, S.C.R.P.; Conte-Junior, C.A.; Franco, R. M. & Miranda, Z.B. (2015). Efficacy of ultraviolet-c light to eliminate

- staphylococcus aureus on precooked shredded bullfrog back meat. *Journal of Food Safety*, 35, 318–323.
- Sinnhuber, R. O., & Yu, T. C. (1958). Characterization of the red pigment formed in the 2-thiobarbituric acid determination of oxidative rancidity. *Food Research*, 23, 626-634.
- Turantas, F, Kiliç, G. B., Kiliç, B. Ultrasound in the meat industry: General applications and decontamination efficiency (2015). *International Journal of Food Microbiology*, 198, 59-69.
- Turner, K. E.; Belesky, D. P.; Cassida, K. A.; Zerby, H. N. (2014). Carcass merit and meat quality in Suffolk lambs, Katahdin lambs, and meat-goat kids finished on a grass-legume pasture with and without supplementation. *Meat Science*, 98 (2), 211-9.
- Wang, T.; Zhao, L.; Sun, Y.; Ren, F.; Chen, S.; Zhang, H.; Guo, H. (2016). Changes in the microbiota of lamb packaged in a vacuum and in modified atmospheres during chilled storage analysed by high-throughput sequencing. *Meat Science*, 121, 253-260.
- Webb, E. C., Casey, N. H., Simela, L. (2005). Goat meat quality. *Small Rumin. Res.* 60, 153–166.

RESUMOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS

1) American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference - AMSA 2016

MUSCLE AND LIPID BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

148

OXIDATIVE STABILITY OF GROUND LAMB ENHANCED WITH EXTRACTS FROM PEEL AND SEED OF CAMU CAMU (MYRCIARIA DUBIA)

J. M. Guedes-Oliveira¹, B. R. C. Costa-Lima^{1,2}, L. C. M. Cunha¹, A. P. A. A. Salim³, J. D. Baltar⁴, A. R. Fortunato³, C. A. Conte-Junior^{1*}

¹Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brazil, ²University of Kentucky, Lexington, United States, ³Universidade Federal do Rio de Janeiro, ⁴Universidade Unigranrio, Rio de Janeiro, Brazil

Objectives: Lamb meat exhibits chemical composition that favors lipid and protein oxidation processes affecting color, texture, eating quality, and nutritional value. Plant extracts are rich in phenolic compounds which are potential antioxidants. Peel and seeds contain increased levels of such phytochemicals. The objective of the present study was to evaluate the antioxidant potential of camu camu peel and seed extracts on the chemical stability of ground lamb.

Materials and Methods: Extracts were obtained utilizing either water or 50% (v/v) ethanol in water solvents at a solute-to-solvent ratio of 1:10. Total phenolic content of the extracts was estimated by Folin-Ciocalteu method. Eight lambs *Longissimus dorsi* muscle cuts, 36h *post mortem* and ground, enhanced to 110% of the initial weight with either water (negative control; NC); 100 ppm BHT (positive control; PC); 100 ppm peel extract (PE); or 100 ppm seed extract (SE), formed into 30 g patties, aerobically packed, and stored at 4°C for 9 days. Six batches were elaborated for each treatment totaling six replicates (N=6). Instrumental color, lipid oxidation (TBARS), and protein oxidation (carbonyls) were evaluated on days 0, 5, and 9. Data were analyzed using ANOVA and Tukey test at 95% confidence level utilizing XLStat.

Results: Camu camu extracts (PE and SE) affected ($P < 0.05$) L^* values of ground lamb on days 5 and 9. PE and SE patties exhibited lower lightness than NC and PC on day 5 while on day 9 only SE samples were darker (lower L^* value) than their counterparts. NC, PC, and SE patties exhibited an increase ($P < 0.05$) on the L^* values during storage while on PE this parameter was not affected ($P > 0.05$). NC and SE patties were more red ($P < 0.05$; a^* value) than PC and PE on day 0 whereas, on day 9 PC exhibited the highest ($P < 0.05$) values (8.06) than NC, PE and SE (7.15; 6.51; 6.71), respectively. Storage decreased ($P < 0.05$) the a^* values in all treatments. Although on day 0 all patties exhibited similar ($P > 0.05$) b^* values, on day 5 and 9 PE and SE samples were lower ($P < 0.05$) than NC and PC. Similar to a^* value, storage negatively affected ($P < 0.05$) the b^* values. In terms of lipid oxidation, PE and SE patties exhibited lower ($P < 0.05$) TBARS values than NC and PC during storage. In addition, although storage promoted increase ($P < 0.05$) on TBARS values (Abs), in PE and SE patties the increase was less accentuated (0.060; 0.055) than in controls NC and PC (0.074; 0.075), respectively. PE and SE patties exhibited higher ($P < 0.05$) carbonyls values (6.10; 6.04) nmol of carbonyl per mg of protein, than NC and PC (4.82; 3.70) nmol of carbonyl per mg of protein, during storage.

Conclusion: Peel and seed extracts of camu camu are potentially sources of lipid antioxidants with limited stabilizing effect on ground lamb color and formation of protein carbonyls.

Keywords: Fruits, Natural antioxidants, Plant extracts

2) LACQUA - SARA 2016 - Meeting Abstract

LACQUA - SARA 2016 - Meeting Abstract

EFFECT OF UV-C LIGHT AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON PATHOGENIC BACTERIAL INOCULATED IN FILLETS OF TILAPIA *Oreochromis niloticus*

César Lázaro; Alberto Manóego*; Maria Lúcia Monteiro; Jessica Diogo Baltar; Hariadyne Abreu Bitti; Carlos Conte-Junior
 Department of Food Technology
 Faculty of Veterinary
 Universidade Federal Fluminense
 Vital Brazil Filho 64, CEP: 24230-340 (RJ, Brazil)
 aquil18@yahoo.com

The UV-C (200 to 280 nm) have germicidal properties by damaging the DNA creating cross-linking between neighboring pyrimidine bases in the same DNA strand. On the other hand, modified atmosphere packaging (MAP) is another technology for food preservation and works by changing the gas proportions in a food environment by withdrawing O₂ and replacing by a mixture of gases (CO₂ and/or N₂). CO₂ is the main gas used as bacteriostatic agent on food products. Both technologies could have many commercial applications in fish industry, principally in control of pathogenic bacterial. The main of this work was evaluated the effect of UV-C, MAP and their combination on fillet of tilapia (*Oreochromis niloticus*) inoculated with *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) and *Escherichia coli* O157:H7 (CDC EDL-933).

Commercial fillets of tilapia were inoculated with 1 ml (approximately 2×10^7 cell) of *Salmonella* Typhimurium (n=50) and *Escherichia coli* O157: H7 (n=50). Both groups were equally distributed in five treatments: (A) aerobic packaging, (VP) vacuum packaging, (MAP) modified atmosphere packaging (50% CO₂/50% N₂), (UV) UV-C light at dose of 0.30 J/cm² and (MAP + UV) combination of MAP and UV-C describe previously. After 24 h of storage at 4°C, the bacterial load of fillets was evaluated by plate count using specific agar for each microorganism and expressed in Log cfu/g.

Our data showed that UV-C and the combination of UV-C + MAP promoted a significant reduction ($p < 0.05$) between 0.6 and 0.35 log cfu/g in both pathogenic bacterial respectively (Figure 1). Group treated with MAP showed a reduction effect only for *Salmonella* Typhimurium (0.34 log cfu/g), controversially, *E. coli* O157: H7 was not affected. Despite the limited capacity to penetrate the product surface, UV-C is a feasible germicidal technology to reduce pathogenic bacteria.

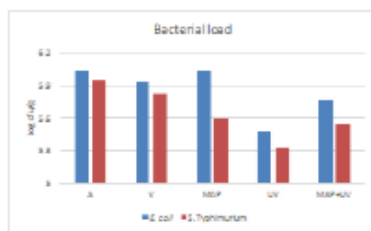


Figure 1. Effect of treatments on bacterial load in tilapia fillets inoculated with *Salmonella* Typhimurium and *Escherichia coli* O157: H7. Treatments: (A) aerobic packaging, (VP) vacuum packaging, (MAP) modified atmosphere packaging (50% CO₂/50% N₂), (UV) UV-C light at dose of 0.30 J/cm² and (MAP + UV) combination of MAP and UV-C. Results as a mean of 10 fillets for each treatment.