



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA

FACULDADE DE FARMÁCIA - FACFAR

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS - PGALI

SERGIANE ALVES DE ARAÚJO LIMA

**QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS NELORE  
SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO**

SALVADOR

2019

SERGIANE ALVES DE ARAÚJO LIMA

**QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS NELORE  
SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**Orientador:** Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

**Co-orientadora:** Dr<sup>a</sup> Rebeca Dantas Xavier Ribeiro

SALVADOR

2019

**TERMO DE APROVAÇÃO**

SERGIANE ALVES DE ARAÚJO LIMA

**QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS  
NELORE SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LAÚRICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 18 de abril de 2019.

BANCA EXAMINADORA



---

Dr. Ronaldo Lopes Oliveira  
Universidade Federal da Bahia  
Orientador



---

Dr. Jarbas Miguel da Silva Júnior  
Universidade Federal da Bahia



---

Dr. Thadeu Mariniello Silva  
Universidade Federal da Bahia

---

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIB/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Alves de Araújo Lima, Sergiane  
Qualidade da carne in natura e de sol de tourinhos  
Nelore submetidos a dieta com ácido láurico /  
Sergiane Alves de Araújo Lima. -- Salvador, 2019.  
71 f.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.  
Coorientador: Rebeca Dantas Xavier Ribeiro.  
Dissertação (Mestrado - Pós Graduação em Ciência de  
Alimentos) -- Universidade Federal da Bahia,  
Universidade Federal da Bahia, 2019.

1. Qualidade de carne. 2. Ácido láurico. 3.  
Ruminantes. I. Lopes Oliveira, Ronaldo. II. Dantas  
Xavier Ribeiro, Rebeca. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela oportunidade de poder dar mais um passo na minha vida acadêmica e por me proporcionar tamanhas descobertas durante essa caminhada.

Aos meus pais Sergio Luiz e Luzia Alves, que sempre me apoiaram em tudo que é relacionado aos meus estudos, que sempre me estimula a buscar o conhecimento através das suas conquistas por meio da sua dedicação no que fazem, e a minha irmã Sayara Lígia.

À Universidade Federal da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos pela estrutura física disponibilizada e pelos professores capacitados para a função de educador.

Agradeço ao meu orientador Prof. Ronaldo Lopes Oliveira e a minha co-orientadora Rebeca Ribeiro pelo tempo disponível para a orientação, pela confiança e pelo encorajamento a cada desafio no decorrer desse projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro.

A todos os participantes do grupo de estudos GENRU- Grupo de estudos de nutrição de ruminantes, em especial a Vanessa, Aline, Anny Graycy, Neiri Jean.

Aos meus colegas do mestrado, em especial Lucimara Martins, Rita e Darcilene. Que mesmo após o término das disciplinas, foram bastante atenciosas e disponíveis.

Aos professores Cláudio, Thadeu e a Carol pelas suas colaborações ao presente estudo.

A todos o meu sincero agradecimento!

ARAUJO, Sergiane Alves. **QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL TOURINHOS NELORE SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO**. 2019 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos- Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

## RESUMO

O Brasil é responsável por um dos maiores rebanhos bovinos do mundo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da carne *in natura* e de sol de novilhos Nelore alimentados com ácido láurico. Foram utilizados 32 bovinos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro (dietas) e oito repetições (animais). As dietas foram constituídas por alimento volumoso (feno de *Cynodon* sp), mistura concentrada e ácido láurico nos níveis de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5% da matéria seca total a dieta. A carne de sol foi elaborada a partir do músculo *semimembranosus* através do processo de salga com a adição de 5% de cloreto de sódio. Foram realizadas na carne *in natura* e carne de sol, a análise centesimal, mensuração de pH, índice de cor, perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, colágeno, oxidação lipídica em 4 períodos, composição dos ácidos graxos e avaliação sensorial. Os dados encontrados foram avaliados através de software SAS® 9.1, por meio de contraste polinomial para avaliar o efeito dos tratamentos, com 5% de significância. A inclusão de ácido láurico na dieta de bovinos, em até 1,5%, não exerceu efeito nas características físico-químicas da carne *in natura*, e na maior parte das características da carne de sol. Observou-se, no entanto, efeito no perfil dos ácidos graxos, alguns benéficos a saúde humana, em contrapartida, comprometeu os atributos na avaliação sensorial. A utilização do ácido láurico na dieta de bovinos até 1,5% da MS total não altera a composição físico-química e a cor da carne *in natura*, contudo melhora a concentração dos ácidos graxos docosapentaenoico (DPA) e eicosapentaenóico (EPA) benéficos a saúde humana e não influencia de forma positiva os atributos sensoriais da carne *in natura* e carne de sol.

**Palavras-Chave:** ácidos graxos, bovinos, oxidação lipídica, processamento, ruminantes.

## ABSTRACT

Brazil is responsible for one of the largest cattle herds in the world. The objective of this work was to evaluate the quality of fresh meat and salted sun-dried of Nelore steers fed with lauric acid. Thirty-two cattle, distributed in a completely randomized design, with four (diets) and eight replicates (animals) were used. The diets consisted of bulky food (*Cynodon* sp.), concentrated mixture and lauric acid at levels of 0.0; 0.5; 1.0; 1.5% of the total dry matter of the diet. The meat salted sun-dried was elaborated from the semimembranosus muscle through the salting process with the addition of 5% of sodium chloride. They were performed in fresh meat and salted sun-dried, centesimal analysis, pH measurement, color index, weight loss by cooking, water retention capacity, shear force, collagen, lipid oxidation in 4 periods, composition of acids and sensory evaluation. The data found from the SAS® 9.1 software, through polynomial contrast to evaluate the effect of the treatments, with 5% significance. The inclusion of lauric acid in the diet of cattle, in up to 1.5%, had no effect on the physical-chemical characteristics of fresh meat, and in most of the characteristics of the salted sun-dried. However, it was observed an effect on the profile of the evaluated fatty acids, some beneficial to human health, in contrast, compromised the attributes in the sensorial evaluation. The use of lauric acid in bovine diets up to 1.5% of total DM does not alter the physicochemical composition and color of fresh meat, but it improves the concentration of docosapentaenoic (DPA) and eicosapentaenoic fatty acids (EPAs) that are beneficial to health and does not positively influence the sensory attributes of fresh meat and salted sun-dried.

**Key Words:** cattle, fatty acids, lipid oxidation, processing, ruminants.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

<b>Figura 1.</b> Distribuição do efetivo de bovinos na região Nordeste.....	18
<b>Figura 2.</b> Biohidrogenação ruminal do ácido linoleico e $\alpha$ -linolênico.....	23
<b>Figura 3.</b> Imagem da palmeira e dos frutos.....	24
<b>Figura 4.</b> Área com plantação e palma no Brasil em 2016.....	25
<b>Figura 5.</b> Formas de mioglobina e modificações sofridas durante o cozimento.....	29
<b>Figura 6.</b> Fluxograma de processamento da carne de sol.....	34

## LISTA DA TABELAS

### CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

<b>Tabela 1.</b> Estudos científicos que avaliaram a influência de ácidos graxos saturados nas características qualitativas da carne de ruminantes.....	21
---	----

### CAPÍTULO II: QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS NELORE SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO

<b>Tabela 1.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	48
<b>Tabela 1.</b> Composição físico-química da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	56
<b>Tabela 2.</b> Índice de coloração da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	59
<b>Tabela 3.</b> Oxidação lipídica (TBARS) da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	60
<b>Tabela 5.</b> Composição de ácidos graxos (g/100 FAME g) da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	62
<b>Tabela 6.</b> Composição dos ácidos graxos (g/100 FAME g) da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	64
<b>Tabela 7.</b> Análise sensorial da carne <i>in natura</i> e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.....	67

## LISTA DE ABREVIATURAS

Aw	Atividade de água
a*	Intensidade da cor vermelho
AA	Ácido araquidônico
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
ABNT	Associação Brasileira de Normas técnicas
AMSA	American Meat Science Association
AOAC	Associação de Métodos Analíticos Oficiais
b*	Intensidade da cor amarelo-azul
BH	Biohidrogenação
c*	Índice de Chroma
CLA	Ácido linoleico conjugado
CRA	Capacidade de retenção de água
DFD	Carne escura, firme e seca
DHA	Ácido docosahexaenóico
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DPA	Ácido docosapentaenóico
EE	Extrato etéreo
EPA	Ácido eicosapentaenoico
FAME	Fatty acid methyl ester
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FC	Força de cisalhamento
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNcp	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
IA	Índice de aterogenicidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IT	Índice de trombogenicidade
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma-força

L*	Luminosidade
LNA	Ácido linoleico conjugado
MCFA	Ácido graxo de cadeia média
MDA	Malonaldeído
MS	Matéria seca
n-3	Ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-3
n-6	Ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-6
NaCl	Cloreto de sódio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
nm	Nanômetro
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
PPC	Perda por cocção
PSE	Carne pálida, flácida e exudativa
RIISPOA	Regulamento Industrial de Inspeção de Produtos de Origem Animal
SAS	Sistema de Análises Estatísticas
SIF	Serviço de Inspeção Federal
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
%	Percentual
°C	Grau Celsius

## LISTA DE SIMBOLOS

C12:0	Ácido láurico
C14:0	Ácido mirístico
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoleico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1 n-9	Ácido oleico
C18:1 trans-11	Ácido vacênico
C18:2 n-6	Ácido linoleico
C18:2 c9 trans-11	Ácido linoleico conjugado
C18:3 n-3	Ácido $\alpha$ linolênico
C18:3 n-6	Ácido $\gamma$ linolênico
C18:4 n-3	Ácido octadecatetraenoico
C20:4 n-3	Ácido eicosatetraenoico
C20:4 n-6	Ácido araquidônico
C20:5 n-3	Ácido eicosapentaenoico
C20:3 n-6	Ácido di-homo- $\gamma$ - linolênico
C22:4 n-6	Ácido adrenico
C22:5	Ácido docosapentaenoico
C22:6 n-3	Ácido docosaexaenoico

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO I FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	18
2.1 Objetivo Geral.....	18
2.2 Objetivos Específicos .....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
3.1 Bovinocultura de corte.....	19
3.2 Relação dos ácidos graxos com a fermentação ruminal.....	22
3.3 Ácido láurico na alimentação de ruminantes.....	234
3.4 Parâmetros da qualidade da carne .....	28
3.5 Produtos cárneos .....	32
3.6 Características da carne de sol .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

### **CAPÍTULO II**

#### **QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS NELORE SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO**

<b>RESUMO</b> .....	43
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	45
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
2.1. Local do experimento .....	47
2.2. Animais e tratamento.....	47
2.3. Composição química da dieta.....	47
2.4. Abate e elaboração da carne de sol .....	49

2.5. Análises físico-química.....	50
2.6. Perfil de ácidos graxos.....	53
2.8. Análise estatísticas.....	53
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
3.1. Composição físico-química da carne <i>in natura</i> e carne de sol.....	55
3.2. Análise de Cor.....	58
3.2. Oxidação lipídica.....	59
3.3. Perfil dos ácidos graxos.....	60
3.4. Análise sensorial.....	66
3.5. CONCLUSÃO.....	68
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>68</b>

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil detém o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, seguido da Índia, China e EUA (ABIEC, 2018). O país também se sobressai por ser o maior exportador de carne bovina, quando comparado com os países exportadores do mesmo produto (USDA; ABIEC, 2018). No entanto, mesmo possuindo uma cadeia produtiva já consolidada, a produção de carne bovina ainda possui como desafios o aumento no peso das carcaças, sistema de produção com baixo custo, redução dos danos ao meio ambiente, maior produtividade e alta qualidade sensorial e nutricional.

Observou-se nos últimos anos o aumento também da produção em sistema de confinamento, o que objetiva benefícios como o maior número de animais abatidos em menor tempo, com isso o país consegue suprir a alta demanda interna e externa (ABIEC, 2018).

Os custos da alimentação sob esse sistema é o principal entrave, a partir dessa informação, a busca por alimentos alternativos e aditivos alimentares que possam fornecer energia aos animais com custo reduzido, é de grande relevância para o setor. Além de reduzir os custos de produção, esses ingredientes podem vir a contribuir para o aumento da qualidade do produto final (SILVA et al., 2011).

O ácido láurico é um ácido graxo de cadeia média que está presente em diferentes óleos, inclusive no óleo de palmiste. O óleo de palmiste é encontrado na amêndoa do fruto da palma (*Elaeis guineenses Jacq.*), possui ampla utilização da indústria alimentícia (MPOC, 2019). Sua utilização na dieta animal tem demonstrado o seu potencial para manipular a fermentação ruminal devido as suas propriedades antiprotozoárias (HISTOV et al., 2004; SOLIVA et al., 2004).

Nos últimos anos houve um aumento na busca por alimentos mais saudáveis, contudo a melhoria na qualidade dos alimentos deve ser realizada sem que eles percam suas características tradicionais (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2007). A carne de sol é um produto amplamente consumido na região Nordeste do Brasil, é um derivado cárneo de processamento simples, são utilizados apenas a carne e o sal para sua elaboração.

Nesse contexto, a utilização do ácido láurico tendo como fonte o óleo de palmiste poderá se tornar um aditivo para alimentação animal, contribuindo para a utilização de um subproduto disponível no Brasil, e principalmente no estado da Bahia, partindo-se da premissa de que sua inclusão na dieta de bovinos afetará de forma positiva as

características químicas, físicas, sensoriais e nutricionais da carne *in natura* e carne de sol.

Diante do exposto, o presente trabalho pretende testar a hipótese de que a inclusão de ácido láurico na dieta de bovinos Nelore podem modificar a fermentação ruminal e também propiciar a redução da oxidação na carne *in natura* e de sol, melhorando, conseqüentemente, a qualidade físico-química, nutricional e sensorial do produto final.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O trabalho objetivou testar a hipótese de que a inclusão de ácido láurico nas concentrações de (0,5%, 1,0% e 1,5%) na dieta de bovinos Nelore poderia modificar a fermentação ruminal e também reduzir a oxidação na carne *in natura* e na carne de sol, e conseqüentemente, melhorar a qualidade físico-química, nutricional e sensorial.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a composição química-bromatológica das dietas experimentais;
- Caracterizar a composição química (proteína, umidade, cinzas, gordura, colágeno) da carne *in natura* e carne de sol;
- Avaliar as características físicas, pH, Aw (atividade de água), capacidade de retenção de água, perda por cocção, índice de cor, força de cisalhamento;
- Determinar a oxidação lipídica;
- Determinar o perfil de ácidos graxos;
- Avaliar as características sensoriais.

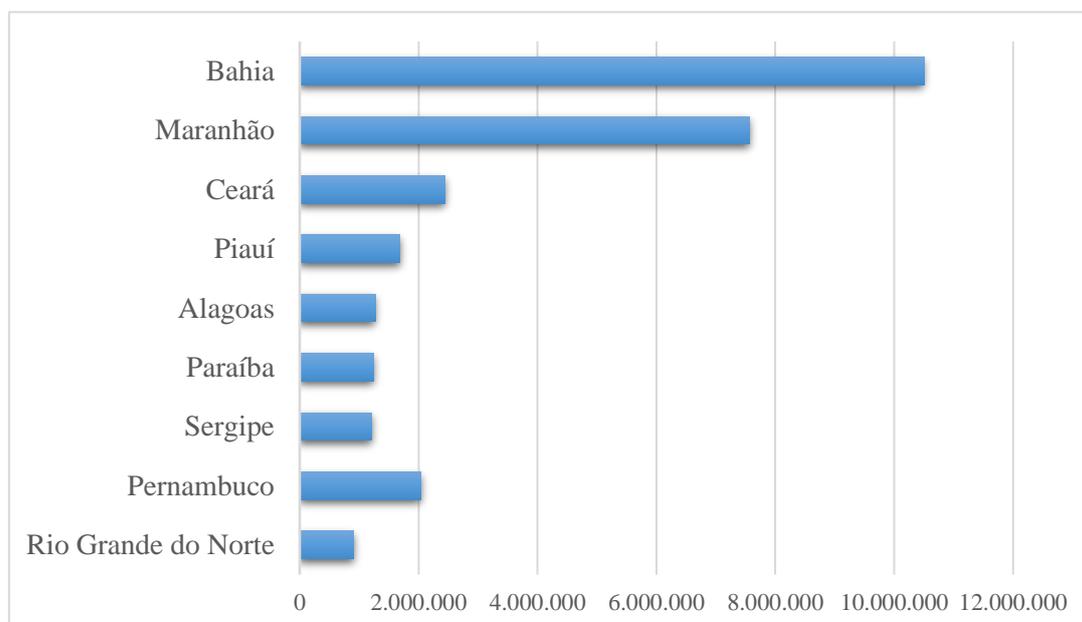
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Bovinocultura de corte

O Brasil é detentor do maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com cerca de 221,8 milhões de cabeças. A Índia se encontra em segundo lugar, com cerca de 186,8 milhões de bovinos em seu território. Além de possuir o maior rebanho, o Brasil também se destaca por seu *Market Share* no comércio internacional (ABIEC, 2018; USDA, 2019).

Nos últimos 4 anos o país esteve entre os 3 países que mais exportaram carne bovina, de modo que, em 2017, 20,93% da produção nacional foi destinada à exportação e cerca de 79,07% para atender o comércio interno. Além disso, em 2019 é previsto um aumento 5% nas exportações de carne bovina oriunda do Brasil, em comparação ao ano de 2018. Esse aumento visa suprir a diminuição da exportação da carne bovina de países como a Índia e Austrália, e manterá o Brasil como um dos maiores exportadores da carne bovina no cenário mundial (ABIEC, 2018; USDA, 2019).

Em relação ao cenário nacional, a região nordeste do Brasil possui grande representatividade nesse setor, e os estados da Bahia, Maranhão e Ceará apresentam maior expressão. O estado da Bahia apresenta o maior rebanho de bovinos nessa região, com cerca de 10.503.011 milhões de cabeças com base nos dados do ano de 2017, se tornando responsável por 4,7% do rebanho bovino brasileiro (FIGURA 1) (ABIEC, 2018).



**Figura 1.** Distribuição do efetivo de bovinos na região Nordeste.  
Fonte: ABIEC (2018).

Para suprir a demanda crescente, o sistema de produção de bovinos vem sofrendo mudanças ao longo dos anos. Nos últimos 10 anos houve aumento no número de bovinos criados sob o sistema de confinamento ao invés do tradicional sistema de produção em pastejo, o que, conseqüentemente, fez com que o número de animais abatidos sob esse sistema tenha aumentado (ABIEC, 2018). Segundo o IBGE (2018), no primeiro trimestre de 2018 foram abatidos 323,46 mil bovinos a mais em relação ao mesmo período no ano de 2017. O aumento nos números de animais abatidos é um dos benefícios da criação dos animais sob o sistema de confinamento, que além de reduzir o tempo de abate, representa uma técnica de modernização da pecuária de corte (PEIXOTO, 2010).

Em contrapartida, a criação sob o sistema de confinamento, requer do pecuarista um alto investimento em várias etapas da cadeia de produção, podendo refletir diretamente na qualidade da carne e no preço do produto final. Deste modo, os produtores buscam estratégias para maximizar o rendimento das carcaças e ao mesmo tempo, reduzir os custos associados ao sistema de produção, que consiste principalmente ao alto custo da dieta (SILVA et al., 2007). A procura por ingredientes que possam reduzir o custo da dieta e trazer benefícios qualitativos estão sendo amplamente pesquisados (LEME et al., 2003).

De acordo com Oliveira et al. (2012), a utilização de subprodutos oriundo da produção do biodiesel pode ser uma alternativa para a alimentação de ruminantes, o emprego dos subprodutos, de uma forma geral não prejudica a produtividade e a qualidade da carne. Outra opção para esse entrave, são os óleos, eles são considerados fontes de energia e podem também serem incluídos na dieta animal como substitutos de milho e soja, se tornando uma fonte de energia com custo inferior, além de possuírem ácidos graxos poli-insaturados, podendo tornar a carne melhor em termos nutricionais (Silva et al., 2007; Ribeiro et al., 2011), contudo há uma limitação para a inclusão dos óleos na dieta de ruminante, uma vez que os óleos vegetais podem causar efeitos deletérios a algumas populações de microrganismos ruminais.

A inclusão de óleos ricos em ácidos graxos insaturados na dieta animal já é amplamente explorada no meio científico com intuito de avaliar o efeito sobre a qualidade da carne, porém, há poucos registros científicos que avaliam a inclusão de ácidos graxos saturados na dieta de ruminantes com o mesmo objetivo (Tabela 3). Dentre os óleos ricos em ácidos graxos saturados mais utilizados na dieta de ruminantes, encontra-se o óleo de palma e óleo de coco (Tabela 1). A maior utilização do óleo de palma nos

achados, pode ter relação com a maior disponibilidade do óleo no país, já que o Brasil é também um dos maiores produtores de palma (ABRAPALMA, 2018).

**Tabela 3.** Estudos científicos que avaliaram a influência de óleos ricos em ácidos graxos saturados nas características qualitativas da carne de ruminantes.

Autores	Óleo vegetal utilizado	Objetivo	Resultados
Popova et al., 2011	Óleo de coco	Avaliar as características da carcaça e composição físico-química (umidade, cinzas, proteína e lipídeos) do músculo de pequenos ruminantes.	Não influenciou nas características químicas (umidade, proteína, gordura e cinzas), no pH e na capacidade de retenção de água.
Najafi et al., 2012	Óleo de palma	Avaliar o desempenho, composição de ácidos graxos e análise sensorial de cabritos alimentados com diferentes óleos vegetais.	Não houve diferença significativa da dieta com óleos ricos em ácidos graxos insaturados e saturados na composição de ácidos graxos e na análise sensorial
Karami et al., 2013	Óleo de palma	Avaliar a composição da carcaça e perfil dos ácidos graxos de caprinos.	Poucas diferenças foram encontradas nas análises realizadas no musculo de animais alimentados com óleo de palma e óleo de canola.
Adeyemi et al., 2015	Óleo de palma	Avaliar o perfil de ácidos graxos, a qualidade e efeito antioxidante.	Melhorou o perfil lipídico, houve aumento no índice de vermelho e redução na oxidação lipídica.
Fiorentini et al., 2015	Óleo de palma	Determinar as características qualitativas e perfil dos ácidos graxos da carne de bovinos Nelore.	Não foram observados efeitos de fontes lipídicas na cor, pH, capacidade de retenção de água e comprimento do sarcômero da carne analisada.
Castro et al., 2015	Óleo de palma	Avaliar o desempenho e qualidade da carcaça de novilhos	A adição de até 4% de óleo de azeite, palma e soja não afeta o desempenho e as características da carcaça de novilhos
Park et al., 2017	Óleo de palma	Expressão do gene, avaliação da cor e composição dos ácidos graxos na carne de bovinos.	Pode usar até 5% do óleo de palma na dieta de bovinos Hanwoo sem causar efeitos sobre as características avaliadas.

Fonte: Elaborada pela autora (2018)

### 3.2 Relação dos ácidos graxos com a fermentação ruminal

Em ruminantes a fermentação dos carboidratos, a degradação da proteína e síntese da proteína microbiana acontece por causa da presença do rúmen. No ambiente ruminal estão presentes as bactérias, fungos e protozoários que vivem em simbiose com o hospedeiro lhe fornecendo nutrientes, mas também são responsáveis pela produção de metano que tem como consequência uma menor eficiência alimentar (ENJALBER et al., 2001).

Entre as estratégias que podem resultar em vantagens para o hospedeiro e para a qualidade do produto final, a manipulação dietética é uma delas, através dela é possível alcançar a melhoria de processos benéficos, redução ou término de processos ineficientes que possam prejudicar o hospedeiro por meio da fermentação ruminal. A suplementação de lipídeos na dieta de ruminantes é uma das opções para manipular a fermentação ruminal, contudo de acordo com a literatura não deve ser utilizado na dieta por volta de 6% de extrato etéreo (com base na matéria seca da dieta) por causa das alterações causadas na fermentação ruminal, entre elas a toxidez aos microrganismos (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

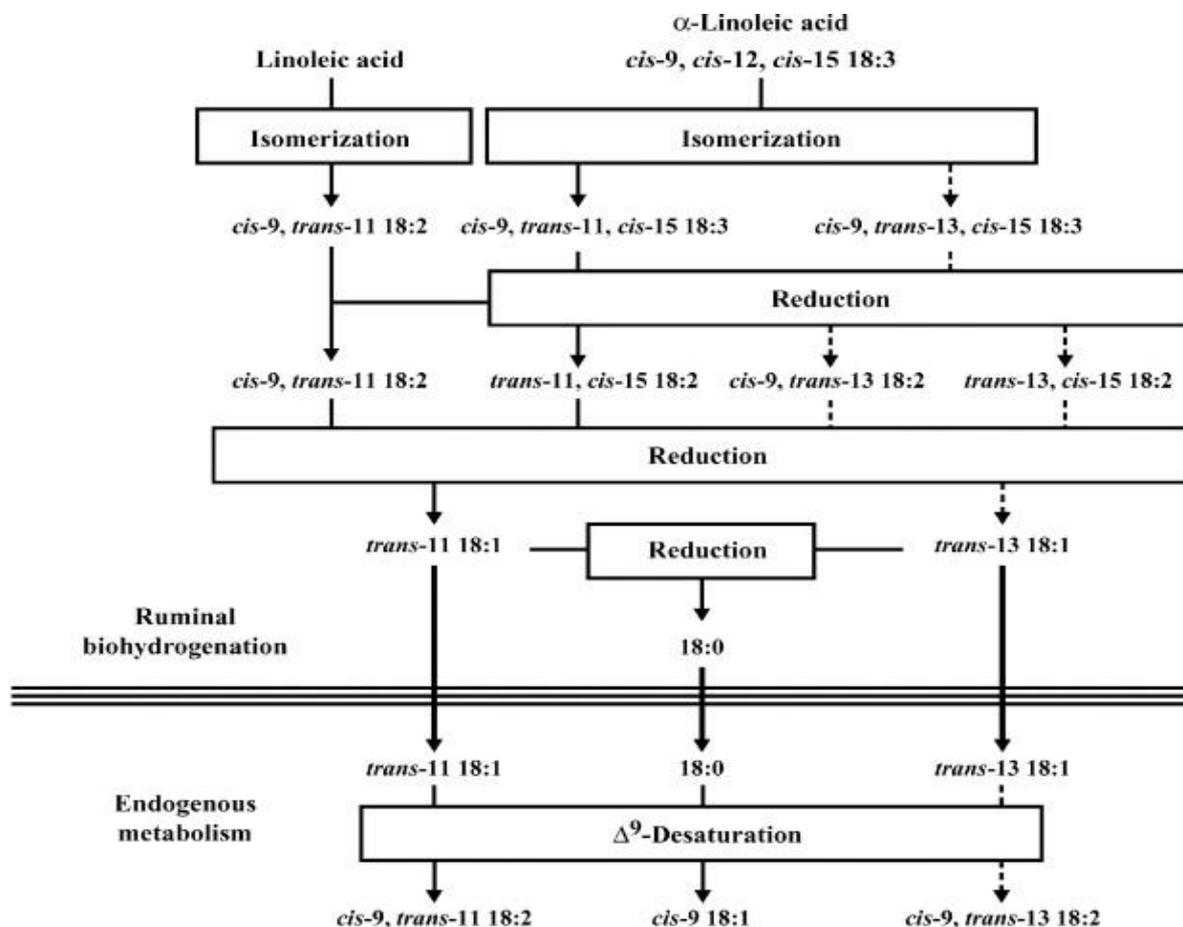
Além da fermentação no rúmen também acontece o processo de biohidrogenação, esse processo dá origem a formação de ácidos graxos encontrados apenas em alimentos de animais ruminantes. O processo consiste na saturação dos ácidos graxos que possuem duplas ligações presentes no rúmen, com isso apenas cerca de 10-35% dos ácidos graxos insaturados conseguem escapar desse processo, considerados meio de defesa da microbiota ruminal, uma vez que eles são considerados tóxicos para as bactérias ruminais (RIBEIRO et al., 2011; MEDEIROS et al., 2015).

Os ácidos graxos na dieta são capazes de criar uma película de proteção na fibra, eles aderem a fibra dificultando o acesso dos microrganismos e enzimas microbianas, essa adesão cria uma barreira física que irá dificultar a degradação do alimento e com isso reduzir a fermentação ruminal e o processo de biohidrogenação (JENKINS, 1993; BALIEIRO NETO; MELLOTTI, 2007)

O processo de biohidrogenação resulta numa maior concentração de ácidos graxos saturados no produto final, porém também pode resultar na formação de ácidos graxos intermediários. O ácido linoleico conjugado (CLA - C18:2 *cis* -9, *trans* -11) é um deles. Efeitos benéficos a saúde humana tem aumentado o interesse por derivados ruminantes que tenham esse ácido graxo (BESSA et al., 2015). A formação do ácido rumênico se

dá por duas vias, a biohidrogenação ruminal do ácido linoleico ou pela dessaturação delta 9 do ácido vacênico no tecido (ADLOF et al., 2000; GRINARII et al., 2000; BAUMEN; GRIINARI, 2003).

Os processos de formação de formação do CLA estão esquematizadas na Figura 2. O processo de biohidrogenação do ácido linoleico (C18:2 cis-9, trans-12) inicia-se com a isomerização que o converte em ácido rumênico (C18:2 cis-9, trans-11), sendo esse um processo de transição, logo ele é hidrogenado para vacênico (C18:1 trans-11). No ambiente ruminal os microrganismos hidrogenam a ligação trans-11 dando origem ao primeiro produto final da biohidrogenação, o ácido esteárico (C18:0). Vale salientar que a formação do CLA pela biohidrogenação possui apenas do ácido linoleico como seu precursor.



**Figura 2.** Biohidrogenação ruminal de ácido linoleico (C18:2 cis-9, cis-12) e α-linolênico (C18:3 cis-9, cis-12, cis-15) e metabolismo endógeno da 9-dessaturação de ácidos esteárico e C18:1-trans-11. Caminho estabelecido usando dados publicados (Kepler et al., 1966; Wilde e Dawson, 1966; Kepler e Tove, 1967; Hughes et al. 1982; Ulberth e Henninger, 1994; Griinari et al., 2000; Corl et al., 2002; Looor et al., 2004).

Fonte: Adaptado de Detaillats et al., (2005).

A formação do CLA através do metabolismo endógeno, onde há a ação da enzima delta 9 dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 trans-11), dando origem ao CLA, com isso, observa-se que o aumento na concentração do ácido vacênico no duodeno do animal é uma alternativa para aumentar o teor de CLA na carne e nos derivados cárneos (DALEY et al., 2010; VASTA; LUCIANO 2011).

### 3.3 Ácido láurico na alimentação de ruminantes

O ácido láurico faz parte do grupo dos ácidos graxos de cadeia média ou longa, é comumente encontrado em óleos vegetais. É também um ácido graxo saturado, em sua estrutura molecular possui apenas ligações simples. Além do ácido láurico (C12:0), fazem parte da família dos ácidos graxos saturados de cadeia média, o ácido caprílico (C8:0) e capríco (C10:0) (DAYRIT, 2015). A estrutura molecular do ácido láurico é formada por 12 carbonos (Figura 3).

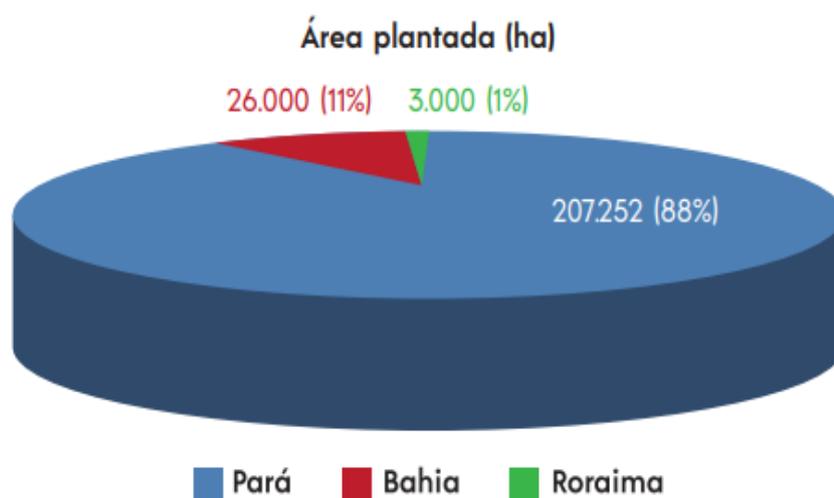
O ácido láurico está presente em cerca de 45 a 50% dos ácidos graxos presentes no óleo de coco (SANTOS et al., 2013). De acordo Eyres et al. (2016) há evidências epidemiológicas que o consumo de óleo de coco em quantidades balanceadas não possuem relação com doenças cardiovasculares.

Além de estar presente no óleo de coco, ele também faz parte da composição de ácidos graxos do óleo de murumuru, krabok, babaçu e óleo de palmiste. O óleo de palmiste é obtido da amêndoa do fruto da palmeira (*Elaeis guineenses*).



**Figura 3.** Imagem da palmeira e dos frutos.  
Fonte: AGROPALMA (2018).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de óleo de Palma (ABRAPALMA), o Brasil é um dos maiores produtores de óleo de palma e tem o estado do Pará como protagonista nesse setor, com 88% de área plantada da cultura, seguido pelos estados da Bahia (11%) e de Roraima (1%) (Figura 3). Além da alta produção do óleo de palma, o país também se destaca mundialmente por ser um dos 44 países que envolvem a agricultura familiar na produção do óleo de palma, essa ação reflete na diminuição do êxodo rural, gera a criação de arranjos produtivos locais e contribui com o aumento da renda familiar (IBGE, 2016; ABRAPALMA, 2018).



**Figura 4.** Área com plantação de palma no Brasil em 2016.

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A produção dos produtos derivados da palma gera a formação de subprodutos que podem ser utilizados pela agricultura familiar e pelas indústrias como uma alternativa para a alimentação de ruminantes, uma vez que esses produtos estão disponíveis e representam recursos sustentáveis. A torta da palma, por exemplo, é o resultado da polpa seca do fruto, após a moagem e extração do óleo.

Os óleos também são uma alternativa para utilização na dieta animal. A depender da quantidade adicionada a dieta, origem e composição lipídica do óleo utilizado, eles podem ser capazes de manipular o processo de fermentação no rúmen e causar alterações na digestão, que conseqüentemente, poderá resultar numa maior absorção de nutrientes entre outros benefícios. A inclusão do óleo de coco e óleo de krabok, ambos ricos em ácido láurico, demonstraram redução na produção de metano segundo Panyakaew et al. (2013), resultados similares também foram encontrados por Soliva et

al., (2004), que relataram redução de 74% do metano com a adição do ácido láurico na dieta, e 90% na diminuição do metano quando o ácido láurico foi incubado juntamente com o ácido mirístico C14:0. O efeito antimicrobiano do ácido láurico é responsável pela redução de protozoários no rúmen. Tal consequência é importante para diminuição da emissão de metano durante o processo de produção de bovinos de corte, sendo de fundamental relevância para o Brasil, considerando-se a perspectiva ambiental (DAYRIT et al., 2015).

A inclusão de óleos na dieta também poderá refletir no aumento de ácidos graxos insaturados e/ou saturados no produto final. Apesar de relatos sobre a associação entre a ingestão de ácidos graxos saturados com o surgimento de doenças cardiovasculares, segundo Lawrence (2013), é difícil relacionar o aumento no risco de diversas doenças apenas ao consumo destes, uma vez que as preferências dos consumidores são majoritariamente a gordura e açúcar. O consumo de alimentos *fast-food* aumentou ao longo dos anos, com isso há um aumento no consumo de gorduras com diferentes composições e açúcares (ALESON-CARBONELL et al., 2005).

O aumento no risco de doenças para quem consome alimentos com teores diversos de ácidos graxos saturados é similar para aqueles que consomem açúcares, como por exemplo, a frutose e a glicose, que também sofrem o processo de oxidação. Os produtos da reação de oxidação de monossacarídeos, a exemplo do Metilglioxal, podem comprovadamente promover a disfunção endotelial em ratos, pode, assim, aumentar a probabilidade de desenvolvimento de aterosclerose e hipertensão em humanos (BERLANGA et al., 2005; OGAWA et al., 2010).

Resultados positivos da inclusão do ácido graxo saturado de cadeia média foram encontrados por Mensink et al. (2003) que concluíram, por meio do estudo de meta-análise realizado em humanos, que o ácido láurico (C12:0) apresenta resultados positivos em relação a taxa de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade), conhecido como o colesterol benéfico a saúde humana. Schuster et al., (1980) também encontraram efeito positivo da utilização de ácido láurico sobre a eficácia prevenção de cárie dentária e acúmulo de placa. Por isso, entende-se que não se deve excluir o ácido láurico da composição dos alimentos, visto que ele também é capaz de proporcionar melhorias à saúde.

Ainda segundo Lawrence (2013), os alimentos que possuem ácidos graxos saturados e são ricos em ácidos graxos poli-insaturados, em geral, passam por

diferentes métodos de preparo, que podem estar causando a oxidação dos compostos poli-insaturados e conseqüentemente, resultando na formação de elementos que aumentam o risco de doenças. Desta forma, os ácidos graxos saturados estariam incorretamente associados a tais doenças. Este autor sugere que, neste caso, que as restrições ao consumo de ácidos graxos saturados devem ser revisadas.

### **3.4 Parâmetros da qualidade da carne**

A carne bovina é fonte de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, considerados nutrientes essenciais de alto valor biológico (DALEY et al., 2010). A carne oriunda de animais ruminantes possui alta concentração de ácidos graxos saturados e também é fonte de ácidos graxos de cadeias longas, a exemplo do CLA (ácido linoleico conjugado), EPA (eicosapentaenoico) e DHA (docosaexaenoico) (GIVENS et al., 2006; JERÓNIMO et al., 2009).

Apesar das contraindicações em relação ao consumo de gordura, a sua ingestão não pode ser excluída totalmente da dieta humana, uma vez que ela é fonte de energia. Com isso, orienta-se o consumo de alimentos que contenham gordura saudáveis. Além disso, a sua presença ou ausência nos alimentos tem impacto direto na aceitação dos produtos pelo consumidor, visto que a gordura afeta o sabor, maciez e as demais propriedades sensoriais (HUGHES et al., 1997; JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; FILHO et al., 2001; GARCÍA et al., 2007).

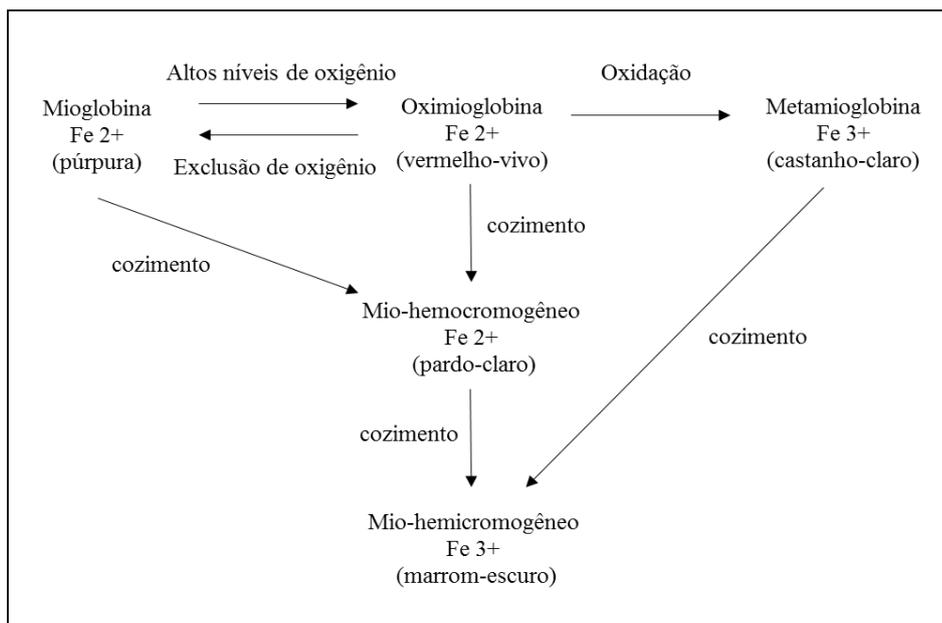
Os ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados são importantes para a saúde humana, mas por outro lado, podem prejudicar a qualidade e vida de prateleira da carne e dos derivados cárneos, uma vez que eles são susceptíveis a oxidação (PRIOLO et al., 2001; WOOD et al., 2004). A oxidação na carne tem impacto em vários atributos qualitativos, dentre os quais a formação do ranço. O sabor rançoso é resultado do processo oxidativo dos ácidos graxos poli-insaturados em diferentes alimentos. Sua formação acontece a partir da decomposição dos primeiros produtos do processo oxidativo, que dão origem aos compostos voláteis, hidrocarboneto, aldeídos e cetonas. Esse processo resulta numa carne com características sensoriais desagradáveis ao consumidor e num período de vida de prateleira mais curto, tornando a oxidação uma das principais causas da deterioração da carne (FALOWO et al., 2014).

De acordo com Ferrari et al. (1998) dentre todos os produtos secundários do processo de oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados, o malonaldeído (MDA) é utilizado como indicador da oxidação lipídica, através da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) na carne. O procedimento para determinar a concentração de MDA é baseado na reação deste composto na amostra com o ácido tiobarbitúrico, que resulta em compostos cromógenos de cor rosa com absorvância a 532 nm (nanômetro), em seguida é submetido a espectrofotometria. Os valores de TBARS são expressos a partir da leitura do comprimento de onda da substância e posteriormente multiplicado por 7,8 para obter o equivalente em miligrama de malonaldeído por 1000 gramas de carne, ou seja, em mg MDA /kg de amostra (FERRARI et al., 1998; OSAWA et al., 2005; AMSA, 2015; SAN VITO et al., 2015).

Alteração na cor, sabores desagradáveis, compostos tóxicos e redução da vida de prateleira são consequências da deterioração oxidativa da carne e dos produtos derivados (PALMIERI; SBLENDORIO, 2007; CONTINI et al., 2014). A cor juntamente com a aparência são os principais parâmetros que determinam a escolha do consumidor na hora da compra, já que o consumidor relaciona a cor mais vermelha escura a carne deteriorada e de má qualidade (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Dois pigmentos causados pela presença de íons de ferro ligados a proteínas irão refletir na cor da carne, a mioglobina e hemoglobina, ambos são proteínas que possuem natureza e comportamento similares. A quantidade de mioglobina presente é a principal responsável pelo índice de cor vermelha. Sua concentração na carne é cerca de 3 a 9 vezes maior que a hemoglobina, e irá depender de diferentes fatores, como por exemplo, a dieta, espécie, idade, sexo e o músculo do animal (ORDÓÑEZ et al., 2007).

Dependendo da posição do ferro (Fe) (Figura 3), três diferentes pigmentos são encontrados na carne: a mioglobina, oximioglobina e metamioglobina. Entre as três formas apresentadas são estabelecidas inter-relações que permitem a conversão reversível de umas em outras (ORDÓÑEZ et al., 2007).



**Figura 5.** Formas de mioglobina e modificações sofridas durante o cozimento.  
Fonte: Adaptado de ORDÓÑEZ et al. (2007).

Ao realizar a análise da cor, valores dos índices de vermelho ( $a^*$ ), amarelo ( $b^*$ ) e luminosidade ( $L^*$ ) da amostra são obtidos através do espectrofotômetro. Conforme Muchenje et al. (2009), os valores médios dos índices que representam uma carne com coloração apreciadas pelo consumidor são,  $L^*$  33 a 41,  $a^*$  11,1 a 23,6 e  $b^*$  6,1 e 11,3. Para a determinação desse parâmetro as amostras são expostas ao oxigênio por 30 segundos. Essa exposição é realizada para que haja a oxigenação da mioglobina, em seguida é realizada a leitura utilizando-se um colorímetro digital, identificando assim todos os índices citados anteriormente, enquanto o índice de saturação (Chroma) é obtido através do cálculo usando as variáveis de  $a^*$  e  $b^*$  (MILTENBURG et al., 1992; ABULARACH et al., 1998; SANTOS et al., 2001).

Além da cor, outras características da qualidade da carne também são influenciadas pelas etapas anteriores e posteriores ao abate, como o pH, capacidade de retenção de água, atividade de água, força de cisalhamento e perda por cocção. Os valores de pH final 5,4 e 5,8 são considerados dentro dos valores ideais, que dessa forma não irão incidir negativamente na qualidade da carne (ABULARACH et al., 1998; MACH et al., 2008).

A denominação de carne PSE, significa carne pálida, mole e exsudativa, essas características são encontradas em carnes onde a taxa de acidificação é mais rápida, e

a queda do pH acontece quando a temperatura da carcaça ainda é alta. Enquanto a carne DFD é reflexo da queda do pH final de forma rápida e que permanece após 24 horas acima de 6,2. A carne DFD ocorre em animais de diferentes espécies, sendo ela um problema causado pelo estresse antes do abate, que esgota os níveis de glicogênio (PRIETO et al., 2014; RAMOS; GOMIDES, 2007). Segundo Hamm (1986) as características do produto final podem ser influenciadas pela capacidade de retenção de água (CRA) do músculo durante o processamento, tais como, o congelamento, processo térmico, descongelamento e entre outros.

A Capacidade de retenção de água (CRA) é definida como sendo a capacidade de reter a água interna ou absorvida durante a aplicação de forças externas. A capacidade de retenção tem relação com a atividade de água e perda durante a cocção. De um modo geral, todos esses parâmetros refletem na maciez na carne (HAMM, 1986).

A força de cisalhamento possui relação direta com a maciez da carne, que por sua vez, é um dos atributos mais apreciados pelo consumidor, sendo o primeiro a cor, seguido pela maciez. Os valores encontrados através dessa avaliação, podem indicar uma carne extremamente tenra ou uma carne menos macia. De acordo com Belew et al., (2003), para valores de força de cisalhamento menores que  $3,2 \text{ kg/cm}^2$ , a carne é considerada extremamente macia, e para valores entre  $3,9 \text{ kg/cm}^2$  e  $4,6 \text{ kg/cm}^2$ , considera-se que a carne tem uma maciez intermediária. Valores acima de  $4,6 \text{ kg/cm}^2$  podem indicar uma carne bovina com maciez indesejável.

Segundo Robbins et al. (2003), dentre os parâmetros utilizados para determinar a qualidade da carne ou dos produtos cárneos, a análise sensorial possui a maior relevância, pois é através das respostas dos avaliadores serão obtidas informações sobre a percepção do público alvo do produto, mesmo que a avaliação seja de forma subjetiva (AMSA, 2015). A análise sensorial é realizada através de testes afetivos, em que o objetivo é avaliar a aceitação do consumidor em relação ao produto. Nessa análise as preferências, gostos e opiniões individuais de cada provador serão representadas pela escala hedônica através dos atributos como cor, aparência, sabor, aroma, maciez e aceitação global (GOUVÊA et al., 2017).

### 3.5 Produtos cárneos

A realização do processamento de carne é antiga, há relatos através do livro XVIII da *Odisseia* (900 a.C) da utilização de tripas de cabras recheadas com sangue e gordura (ORDÓÑEZ et al., 2007). Atualmente inúmeras tecnologias são aplicadas para o desenvolvimento de novos produtos e melhorias nos produtos já existentes na indústria, com isso há uma grande variedade de derivados cárneos disponíveis, ainda assim, a demanda atual não é por variedade, hoje a busca é por alimentos mais saudáveis, e a indústria de produtos cárneos vem tentando se adequar a esse novo cenário (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007).

Por definição, são considerados derivados cárneos os produtos processados elaborados total ou parcialmente com carnes, miúdos e gordura, e subprodutos comestíveis procedentes de animais de abate, sendo eventualmente adicionado a ingredientes de origem vegetal ou animal, como também condimentos, especiarias e aditivos autorizados (ORDÓÑEZ et al., 2007).

O processamento da carne existe com objetivo de agregar valor a carne através da elaboração de novos produtos com diferentes características sensoriais, aliado ao aumento do tempo de vida de prateleira, facilitar o transporte e armazenamento dos produtos. Tecnologias simples são utilizadas para dar origem a um novo produto cárneo, a exemplo da carne de sol, cujo processo de salga retrata uma das formas mais antigas de beneficiamento da carne que pode transformar todas as suas características físicas, químicas e organolépticas dando origem a um novo produto (PARTIDA et al., 2007).

De acordo com Ordóñez et al. (2007), os produtos cárneos se dividem em 5 grupos, são os produtos cárneos frescos, produtos cárneos crus condimentados, produtos cárneos tratados pelo calor, embutidos curados e os produtos cárneos salgados. Entre esses grupos se destacam no Brasil os produtos cárneos frescos, talvez pela praticidade da tecnologia aplicada para sua elaboração.

A matéria prima utilizada para elaboração de produtos processados possui grande influência na qualidade do produto final, já que ela representa o ingrediente em maior concentração em relação aos outros ingredientes adicionados. Uma carne com alta capacidade de retenção de água, conseqüentemente irá sofrer menos perdas de água durante a tecnologia aplicada na elaboração do produto. De acordo com Morot-Bizot et al. (2006), a qualidade do produto final depende da qualidade da matéria prima e dos ingredientes utilizados para elaboração do produto.

### 3.6 Características da carne de sol

A carne de sol é um produto consumido no Brasil e principalmente na região Nordeste. Ela surgiu através da utilização do sal na carne *in natura* com o intuito de aumentar seu o tempo de conservação sem que seja necessário a utilização de refrigeração para o armazenamento (GOUVÊA; GOUVÊA, 2007). A carne de sol é um derivado cárneo que possui como característica a concentração entre 5% e 6% de sal em relação ao peso da peça utilizada, e também uma menor concentração de água, cerca de 64% a 70%. O seu processo de elaboração reflete num aumento de pH e redução na Aw no produto final FAO (1997).

De acordo com Chen et al. (2016) a inclusão do sal no processamento da carne de sol contribui para a emulsificação através da extração das proteínas miofibrilares, que consequentemente aumenta a capacidade de retenção e reduz a perda de água no cozimento, contribuindo significativamente para uma melhor qualidade do produto final.

A carne de sol, charque e *jerked beef* são produtos cárneos salgados que utilizam a conhecida tecnologia dos obstáculos durante a sua elaboração. Essa tecnologia consiste na aplicação de ingredientes ou processos chamados de obstáculos, a exemplo do sal, nitrito de sódio e desidratação, aplicados sequencialmente para inibir o desenvolvimento e proliferação de microrganismos (LEISTNER 1987; TORRES et al., 1994; SHIMOKOMAKI et al., 1998).

De acordo com a FAO (1997), as características físico-químicas da carne de sol podem variar de acordo com o corte utilizado, e neste caso, haverá influência na penetração do sal. O processo de elaboração da carne de sol é capaz de aumentar as concentrações de proteína e cinzas. Em contrapartida, o processo reduz a quantidade de gorduras e isso torna a carne de sol um produto com qualidade superior a carne comercializada na forma *in natura*. Ela também possui uma maior aceitação quando comparada com a carne *in natura* (GOUVÊA et al., 2007).

Diferente de outros derivados cárneos salgados, a exemplo do *Jerked beef*, a carne de sol ainda não possui regulamento de identidade e qualidade que especifique quais características mínimas são necessárias para que a carne de sol seja comercializada de forma padronizada. Mesmo sem legislação que regule a sua

elaboração, a produção da carne de sol geralmente é realizada a partir de cortes de maior preferência pelos consumidores, como o coxão duro, conhecido como chã de fora (*M. biceps femoral*), o coxão mole (*M. semimembranosus*), a alcatra e o lombo (PARDI et al., 2001).

O processo de elaboração da carne de sol é simples, e está descrito através do fluxograma abaixo (Figura 4).



**Figura 6.** Fluxograma de processamento da carne de sol.

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

1. Seleção da carne: A músculo utilizado como matéria prima deve atender à regulamentação prevista no Regulamento Industrial de Inspeção de Produtos de Origem Animal-RIISPOA (Decreto 9.013 de 29 de março de 2017).

2. Toalete: Retirada das aparas, excesso de gordura e tecidos conjuntivo;

3. Corte padronizado: Nas peças são realizados cortes paralelos em direção as fibras e com distância de 4cm entre eles para acelerar a penetração do sal;
4. Pesagem do sal: Realizada em balança analítica calibrada anteriormente. É adicionado 5% de cloreto de sódio (NaCl) em relação ao peso da peça;
5. Salga seca: Adição manual seguida de fricção nas peças;
6. Maturação: As peças permanecem por 16h sob temperatura de 25 °C, após 8h (metade do tempo) são viradas;
7. Lavagem: As peças são lavadas com água potável com intuito de retirar o excesso do sal;
8. Secagem: As peças são suspensas em ganchos sob temperatura ambiente por 8h, totalizando 24h de elaboração. A exposição ao sol é opcional;
8. Embalagem: Geralmente são comercializadas em sacos plásticos transparentes para facilitar a visualização do produto para o consumidor;
9. Armazenamento: É realizado sob refrigeração com temperatura de até 10 °C.

## REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; DE FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- ALESON-CARBONELL, L. et al. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 2, p. 247-255, 2005.
- ADEYEMI, KAZEEM D. et al. Influence of dietary canola oil and palm oil blend and refrigerated storage on fatty acids, myofibrillar proteins, chemical composition, antioxidant profile and quality attributes of semimembranosus muscle in goats. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 51, 2015.
- ADLOF, R. O.; DUVAL, S; EMKEN, E. A. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. **Lipids**, v. 35, n. 2, p. 131-135, 2000.
- AGROPALMA Disponível em <<https://www.agropalma.com.br/>> Acesso em Fev. de 2018.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of meat**. v. 1, ed. 2, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE- ABIEC. Relatório anual. **Perfil da pecuária no Brasil**. Disponível em< <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>> Acesso em: 12 out. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ÓLEO DE PALMA- ABRAPALMA. **A palma no Brasil e no mundo**. Disponível em: < <http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>> Acesso em: 12 out. 2018.
- BAUMAN, D. E; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual review of nutrition**, v. 23, n. 1, p. 203-227, 2003.
- BALIEIRO-NETO, G; MELLOTI, L. Produção de ácidos graxos voláteis e contagem de protozoários ruminais em bovinos suplementados com gordura. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 115-121, 2007.
- BELEW, J. B. et al. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v. 64, n. 4, p. 507-512, 2003.
- BERLANGA, J. et al. Methylglyoxal administration induces diabetes-like microvascular changes and perturbs the healing process of cutaneous wounds. **Clinical Science**, v. 109, n. 1, p. 83-95, 2005.
- BESSA, R. J. B; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 9, p. 1325-1344, 2015.

BOUGNOUX, P.; GIRAUDEAU, B.; COUET, C. Diet, cancer, and the lipidome. **Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers**, v. 15, n. 3, p. 416-421, 2006.

CASTRO, T. et al. Animal performance and meat characteristics in steers reared in intensive conditions fed with different vegetable oils. **Animal**, v. 1, p. 1-11, 2015.

CHEN, L. et al. Phosphorylation of myofibrillar proteins in post-mortem ovine muscle with different tenderness. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 5, p. 1474-1483, 2016.

COLMENERO, F. J. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, n. 2, p. 41-48, 1996.

CONTINI, C. et al. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat science**, v. 96, n. 3, p. 1171-1176, 2014.

DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition journal**, v. 9, n. 1, p. 10, 2010.

DAYRIT, F. M. The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1-15, 2015.

ENJALBERT, F. et al. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 3, p. 583-589, 2001.

EYRES, Laurence et al. Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. **Nutrition reviews**, v. 74, n. 4, p. 267-280, 2016.

LEISTNER, Lothar. Shelf-stable products and intermediate moisture foods based on meat. **Water activity: Theory and applications to food**, p. 295-323, 1987.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p. 171-181, 2014.

FERRARI, G. et al. Muscle regeneration by bone marrow-derived myogenic progenitors. **Science**, v. 279, n. 5356, p. 1528-1530, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. **Animal production and health, Dried salted meats: charque and carne-de-sol**. Rome, 1985. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/x6555e/x6555e00.htm>  
Acesso em: 15 de out. 2017.

FIORENTINI, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined Nellore steers. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 28, n. 7, p. 976, 2015.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 4, p. 624-631, 2007.

- GIVENS, D. I. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 3, p. 395-402, 2005.
- GIVENS, D. I.; KLIEM, K. E.; GIBBS, R. A. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat science**, v. 74, n. 1, p. 209-218, 2006.
- GOUVÊA, A. A. L. et al. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 7, p. 2147-2153, 2017.
- GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. Tecnologia de fabricação da carne de sol. **Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia-RETEC/BA**, 2007.
- GRIINARI, J. M. et al. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta 9$ -desaturase. **The Journal of nutrition**, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.
- HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. 1986.
- HRISTOV, A. N. et al. Effect of sodium laurate on ruminal fermentation and utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 6, p. 1820-1831, 2004.
- HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat science**, v. 45, n. 3, p. 273-281, 1997.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2018. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Estatística da produção agropecuária**. Disponível em <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp\\_pr\\_2018\\_1tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp_pr_2018_1tri.pdf)> Acesso em: 12 out. 2018.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.
- JERÓNIMO, E. et al. Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p. 499-505, 2009.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, n. 11, p. 567-578, 2007.
- LAWRENCE, G. D. Dietary fats and health: dietary recommendations in the context of scientific evidence. **Advances in nutrition**, v. 4, n. 3, p. 294-302, 2013.
- LEME, P. R. et al. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LEISTNER, L. Further developments in the utilization of hurdle technology for food preservation. In: **Water in Foods**. Pergamon, 1994. p. 421-432.

KARAMI, M.; PONNAMPALAM, E. N.; HOPKINS, D. L. The effect of palm oil or canola oil on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profile and meat quality in goats. **Meat science**, v. 94, n. 2, p. 165-169, 2013.

MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z.; MARINO, C. T. Lipídios na nutrição de ruminantes. **EMBRAPA. Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. 1ªed. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, Cap**, v. 5, p. 63-76, 2015.

MENSINK, R. P. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **The American journal of clinical nutrition**, v. 77, n. 5, p. 1146-1155, 2003.

MILTENBURG, G. A. J. et al. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2766-2772, 1992.

MOROT-BIZOT, S. C.; LEROY, S.; TALON, R. Staphylococcal community of a small unit manufacturing traditional dry fermented sausages. **International journal of food microbiology**, v. 108, n. 2, p. 210-217, 2006.

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

NAJAFI, M. H. et al. Performance, carcass traits, muscle fatty acid composition and meat sensory properties of male Mahabadi goat kids fed palm oil, soybean oil or fish oil. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 848-854, 2012.

NETO, G. B.; MELLOTTI, L. Efeitos de níveis de sebo sobre a degradabilidade in situ do farelo de soja e do feno de tifton {*Cynodon dactylon* (L.) pers.} em vacas secas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 243-253, 2007.

OGAWA, S. et al. Methylglyoxal is a predictor in type 2 diabetic patients of intima-media thickening and elevation of blood pressure. **Hypertension**, v. 56, n. 3, p. 471-476, 2010.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

OSAWA, C. C. et al. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, 2005.

OTTO, A. M. Warburg effect (s)—a biographical sketch of Otto Warburg and his impacts on tumor metabolism. **Cancer & metabolism**, v. 4, n. 1, p. 5, 2016.

PALMIERI, B.; SBLENDORIO, V. Oxidative stress tests: overview on reliability and use. **European review for medical and pharmacological sciences**, v. 11, n. 6, p. 383-399, 2007.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. **Nutrição de ruminantes**, 2006.

PANYAKAEW, P. et al. Medium-chain fatty acids from coconut or krabok oil inhibit in vitro rumen methanogenesis and conversion of non-conjugated dienoic biohydrogenation intermediates. **Animal feed science and technology**, v. 180, n. 1-4, p. 18-25, 2013.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação**. Volume 1 – 2ed. Goiânia: Editora UFG, 2001.

PARK, S. et al. Carcass and Meat Characteristics and Gene Expression in Intramuscular Adipose Tissue of Korean Native Cattle Fed Finishing Diets Supplemented with 5% Palm Oil. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 37, n. 2, p. 168, 2017.

PARTIDA, J. A. et al. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. **Meat Science**, v. 76, n. 3, p. 444-454, 2007.

PEIXOTO, A. M. Evolução histórica da pecuária de corte no Brasil. **Bovinocultura de corte**, v. 2, 2010.

POPOVA, T. et al. Effect of coconut oil supplementation on the carcass composition and muscle physicochemical characteristics in lambs. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 27, n. 3, p. 1139-1145, 2011.

PRIETO, N. et al. Discrimination of beef dark cutters using visible and near infrared reflectance spectroscopy. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, n. 3, p. 445-454, 2014.

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. **Animal Research**, v. 50, n. 3, p. 185-200, 2001.

RAMOS, E. M.; DE MIRANDA GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. UFV, 2007.

RIBEIRO, C. V. D. M. et al. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 121-137, 2011.

ROBBINS, K. et al. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. **Meat Science**, v. 65, n. 2, p. 721-729, 2003.

SAN VITO, E. et al. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, v. 100, p. 17-23, 2015.

SANTOS, IF dos; SOUZA, E. R de; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2001.

SANTOS, J. R. M. et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DE COCO OBTIDO ARTESANALMENTE**. 2013.

SHIMOKOMAKI, M. et al. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Reviews International**, v. 14, n. 4, p. 339-349, 1998.

SCHUSTER, G. S. et al. Anticaries and antiplaque potential of free-fatty acids in vitro and in vivo. **Pharmacology and therapeutics in dentistry**, v. 5, n. 1-2, p. 25-33, 1980.

SILVA, H. G. de O. et al. Digestibility of nutrients in diets containing ammoniated elephantgrass and cocoa meal or palm kernel cake fed to sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 499-506, 2007.

SILVA, T. M. et al. Preliminary study on meat quality of goats fed levels of licury oil in the diet. 2011.

SOLIVA, C. R. et al. Myristic acid supports the immediate inhibitory effect of lauric acid on ruminal methanogens and methane release. **Anaerobe**, v. 10, n. 5, p. 269-276, 2004.

VASTA, V; LUCIANO, G. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 1-3, p. 150-159, 2011.

WILLIAMS, C. D. et al. A high ratio of dietary n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids is associated with increased risk of prostate cancer. **Nutrition research**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2011.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004.

## **CAPÍTULO II**

**QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E DE SOL DE TOURINHOS NELORE  
SUBMETIDOS A DIETA COM ÁCIDO LÁURICO**

## UTILIZAÇÃO DO ÁCIDO LÁURICO NA DIETA DE BOVINOS: QUALIDADE DA CARNE *IN NATURA* E CARNE DE SOL

Sergiane Alves de Araújo<sup>a</sup>, Rebeca Dantas Xavier Ribeiro<sup>b</sup>, Neiri Jean Alves Santos<sup>c</sup>  
Ronaldo Lopes Oliveira<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia. Av. Adhemar de Barros, 500. Ondina, 40170110. Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: [sergiane\\_araujo@hotmail.com](mailto:sergiane_araujo@hotmail.com).

<sup>b</sup> Universidade Federal da Bahia. Av. Adhemar de Barros, 500. Ondina, 40170110. Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: [ronaldooliveira@ufba.br](mailto:ronaldooliveira@ufba.br); [rebecaribeiro@veterinaria.med.br](mailto:rebecaribeiro@veterinaria.med.br).

<sup>c</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Universidade Federal da Bahia. Av. Adhemar de Barros, 500. Ondina, 40170110, Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: [neirijean@hotmail.com](mailto:neirijean@hotmail.com).

### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A carne de sol é um produto processado muito consumido na região Nordeste do Brasil. O ácido láurico possui efeito sobre a redução de metano, porém ainda pouco se sabe sobre a sua influência nas características da carne de ruminantes e dos seus derivados cárneos. Esse trabalho teve como objetivo, avaliar a qualidade da carne *in natura* e carne de sol de bovinos Nelore alimentados com a inclusão 0,0%, 0,5%, 1,0% e 1,5% de ácido láurico na dieta.

**RESULTADOS:** A inclusão do ácido láurico na dieta não influenciou de forma significativa as variáveis de umidade, proteína, cinzas, lipídeos e colágeno na carne *in natura*. Na carne de sol observou-se efeito do ácido láurico no pH, proteína e Aw. Não houve influência da dieta no somatório de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados em ambas as carnes. A dieta foi responsável pelo aumento do ácido palmitoleico e docosaenoico. A proporção de ácido linoleico conjugado também não foi alterada pela inclusão do ácido láurico na carne *in natura* e carne de sol. Os atributos

sensoriais em sua maioria foram influenciados negativamente com a inclusão do ácido láurico na dieta.

**CONCLUSÃO:** A inclusão de até 1,5% de ácido láurico na dieta de bovinos Nelore não demonstra efeito sobre as características físico-químicas da carne *in natura* e na maior parte das análises da carne de sol, aumenta ácidos graxos docosapentaenoico e pentaenoico benéficos a saúde humana, porém, em contrapartida, compromete negativamente os atributos sensoriais.

**Palavras-chave:** ácido graxos, ácido láurico, carne de sol, derivados cárneos.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de óleos na dieta animal é considerada uma fonte de energia alternativa a utilização de grãos, uma vez que, os grãos são responsáveis pela fração mais cara da dieta (SILVA et al., 2008). Através dos óleos são incluídos na dieta, ácidos graxos insaturados e saturados, que podem alterar ou não vários atributos relacionados a qualidade do produto final (FIORENTINI et al., 2015).

Estudos demonstram a busca pela obtenção da carne de ruminantes com maior qualidade sensorial e nutricional, a partir de alterações na dieta. Diferentes fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poli-insaturados, a exemplo do óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de milho, óleo de peixe, óleo de girassol, foram utilizadas devido à alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados, conhecidos pelos benefícios à saúde humana (CASTRO et al., 2016; DOMINGUES et al., 2015; JERÓNIMO et al., 2009). Há relatos também sobre os efeitos da inclusão dos óleos ricos em ácidos graxos saturados na dieta de ruminantes, como o óleo de palma e óleo de coco, com altas concentrações de ácido láurico (PARK et al., 2017; POPOVA et al., 2011).

A concentração de ácidos graxos de acordo com Givens (2006), devido ao alto percentual de ácidos graxos saturados, as carnes oriundas de ruminantes têm sido relacionadas ao aumento do risco de doenças coronarianas. Contudo, na sua composição também são encontrados ácidos graxos considerados benéficos a saúde, a exemplo do ácido linoleico conjugado (CLA), cujo estudos comprovam seu efeito anticancerígeno (GEBAUER et al., 2011).

Contudo, modificações nas características da carne em animais ruminantes representam um desafio maior, devido a presença da microbiota ruminal que é responsável pela modificação dos ácidos graxos insaturados presente no rúmen. O processo de biohidrogenação acontece no ambiente ruminal, e tem como consequência a síntese de diferentes ácidos graxos que posteriormente serão absorvidos pelo intestino delgado (JENKINS, 2007; RIBEIRO, 2011).

Resultados encontrados por Castro et al. (2015), demonstram que a inclusão do óleo de palma (rico em ácidos graxos saturados) são benéficas para a redução da oxidação da carne de ruminantes. Entende-se que a utilização de óleos como aditivos na dieta de ruminantes, podem evitar a oxidação e conseqüentemente aumentar a vida de prateleira do produto. A inclusão de ácidos graxos na dieta de ruminantes também é

capaz de influenciar de forma positiva para a redução de metano (MATSUMOTO et al., 1991; HRISTOV et al., 2004).

Diferentes fatores podem influenciar na qualidade e composição nutricional da carne e dos seus derivados, entre eles, o manejo, espécie, raça, idade, alimentação e o processamento realizado. A carne de sol é um produto processado, elaborado e consumido no Brasil, principalmente na região nordeste do país. Sua elaboração é realizada apenas com a adição de cloreto de sódio (NaCl) em cortes de carne bovina. O sal utilizado no processo de elaboração do produto, atua desidratando parcialmente a carne, ele também possui efeito antibacteriano e é responsável por conferir características sensoriais de grande aceitação pelo consumidor (GOUVÊA; GOUVÊA, 2007).

Dessa forma, entende-se que são limitados os estudos que avaliam o efeito dos ácidos graxos saturados e, especificamente do ácido láurico nas características qualitativas da carne de bovinos Nelore. Vale salientar que não foi encontrado registros científicos de experimentos que avaliaram as características da qualidade dos produtos processados utilizados como matéria prima a carne de animais submetidos a dietas que contenham ácido láurico.

Assim objetivando testar a hipótese de que poderia haver modificações na fermentação ruminal dos animais a partir da inclusão do ácido láurico tendo como fonte o óleo de palmiste, com isso, o ácido láurico poderia reduzir a oxidação da carne *in natura* e carne de sol melhorando, conseqüentemente, a qualidade físico-química, nutricional e sensorial.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia localizada na cidade de São Gonçalo dos Campos. A utilização dos animais bem como todas as práticas experimentais foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Bahia, Estado da Bahia, com o protocolo nº 01/2015.

### 2.2 Animais e tratamento

Foram utilizados 32 tourinhos Nelore (*Bos taurus indicus*), com peso inicial médio de  $368 \pm 32$  Kg e idade média de 24 meses. Os animais foram identificados com brincos plásticos, vacinados (clostridioses) e vermifugados com Ivermectina (Ranger LA 3.5%®).

Os animais foram confinados em baias individuais de 2x4m, com piso de concreto, parcialmente cobertas, contendo comedouros e bebedouros. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos 8 repetições por tratamento. Os tratamentos experimentais foram, constituídos por dietas com 0%, 0,5%, 1,0% e 1,5% de inclusão de ácido láurico na matéria seca (MS) total da dieta. Foi utilizado o óleo de palmiste como fonte de ácido láurico na dieta.

O período de confinamento dos animais foi de 90 dias, com mais 15 dias de adaptação dos animais ao ambiente, manejo e dieta.

### 2.3 Composição química da dieta

As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e calculadas de acordo com as exigências preconizadas pela National Research Council, (NRC, 2001) para tourinhos em terminação.

Como volumoso foi utilizado feno Tifton (*Cynodon* sp.) moído com tamanho de aproximadamente 5 cm, na proporção de 40% e misturado a 60% de concentrado, composto por farelo de milho, farelo de soja, ureia, premix mineral (Tabela 1).

As amostras dos ingredientes foram coletadas e armazenadas em sacos de polietileno a  $-18^{\circ}\text{C}$  para posterior análise da composição química das dietas experimentais. Para realização das análises de composição química dos ingredientes das dietas, as mostras foram pré-secas a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 72 h, moídas em um moinho de facas tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com crivo de 1 mm e armazenado em recipientes plásticos herméticos (ASS, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil). As análises para a avaliação dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). A determinação da fibra em detergente neutro, foi realizada segundo Van Soest et al. (1991). Os carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com Mertens et al. (1997).

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Variáveis	Nível de inclusão de ácido láurico <sup>1</sup>			
	0,00%	0,50%	1,00%	1,50%
Proporção de ingredientes (%MS)				
Feno de Tifton-85	40,0	40,0	40,0	40,0
Soja em grãos	2,60	2,78	2,96	3,14
Milho moído	54,4	53,1	51,7	50,4
Óleo de palmiste	-	1,15	2,30	3,46
Ureia	1,50	1,50	1,50	1,50
Mistura mineral <sup>2</sup>	1,50	1,50	1,50	1,50
Composição química (% MS)				
Matéria seca	90,5	90,6	90,7	90,8
Cinzas	6,63	6,62	6,62	6,61
Proteína bruta	12,4	12,4	12,4	12,4
Extrato etéreo	3,26	4,34	5,41	6,50
Fibra em detergente neutro	38,0	37,9	37,7	37,6
Carboidrato não fibroso	44,1	43,2	42,3	41,4
Ácido graxos (g/ 100 g MEAG <sup>3</sup> )				
C12:0	3,16	26,4	28,5	36,0
C14:0	1,11	8,72	10,7	13,0
C16:0	30,0	20,4	18,6	15,4
C16:1 cis-9	0,11	0,14	0,16	0,05
C18:1 cis-9	42,9	28,3	26,5	22,2
C18:2 cis-9, cis-12	10,3	5,16	5,17	0,04

<sup>1</sup>Óleo de palmiste utilizado como fonte de ácido láurico.

<sup>2</sup>Mistura de ureia e sulfato de amônio na proporção de 9:1.

<sup>3</sup>Métil estéres de ácidos graxos

## 2.4 Abate e elaboração da carne de sol

O abate dos animais foi realizado em frigorífico próximo a fazenda localizado em São Gonçalo dos Campos, após o jejum de sólidos. O frigorífico segue as orientações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da fiscalização do Serviço de Inspeção Federal.

Os animais foram insensibilizados por dardo cativo e posteriormente realizada a sangria, esfolagem, evisceração, divisão das carcaças longitudinalmente, pesagem e encaminhados para câmara frigorífica onde permaneceram sob refrigeração a 4°C por 24h. Realizou-se a medição do pH no centro do músculo (*Semimembranosus*) usando um medidor de pH M1120x (Mettler-Toledo International Inc. Columbus. EUA).

Ainda no frigorífico, houve a retirada em cada meia carcaça do corte comercial denominado coxão mole (que corresponde ao músculo *semimembranosus*) para posteriores análises e elaboração da carne de sol. O processamento da carne de sol foi realizado segundo Gouvêa e Gouvêa (2007), utilizando 5% de cloreto de sódio (sal de cozinha refinado) ( $\pm 150\text{g}$ ) em relação ao peso do músculo *semimembranosus* ( $\pm 3\text{kg}$ ). Para a salga, inicialmente foi retirado o excesso de gordura dos cortes, que posteriormente foram identificados e acondicionados em recipientes plásticos. Em seguida foram realizados em média 5 cortes no músculo, para posterior aplicação do cloreto de sódio. Os cortes realizados possuem a função de facilitar a penetração do sal na carne. O período de salga foi de 16h, com os cortes mantidos sob temperatura controlada, a 25°C. Após a salga, foi retirado o excesso de sal em água corrente e as carnes foram colocadas individualmente em ganchos de metal para retirada do excesso de água sob temperatura ambiente (25°C), permanecendo nessa etapa mais 8h. Assim, após 24h, as carnes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas (-20°C) para posteriores análises.

## 2.5 Análises físico-química

Os teores de umidade, proteína, cinzas, lipídios e colágeno da carne foram determinados por espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) em Aparelho FoodScan™ (FOSS Analytical A / S, Hillerod, Dinamarca) de acordo com a metodologia aprovada pela AOAC (2007). O pH foi avaliado no músculo após o resfriamento e após a elaboração da carne do sol, com um potenciômetro (HI99163) digital do tipo espeto (HANNA Instrumentes, São Paulo, Brasil) de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (2012).

A capacidade de retenção de água (CRA), foi determinada em triplicata através do método de pressão como descrito por Hamm (1986), no qual, aproximadamente 2g de amostra foi depositada em papel filtro circular entre duas placas de acrílico, em seguida, uma força equivalente a 10 kg foi colocada na parte superior do papel por 5 min, e com base na diferença de peso antes e depois do processo. A quantidade de perda da água da amostra foi expressa em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial da amostra.

Análise de perda por cocção (PPC) foi realizada a partir da pesagem da amostra, em seguida, estas passaram por um processo de cocção em grelhas pré-aquecidas (GR2080B1, George Foreman, China) a uma temperatura de 170 °C. Logo depois foi verificado a temperatura interna da amostra por meio de um termômetro portátil de espeto digital até a o centro geométrico da amostra atingir 72 °C (Salcasterm 200 R, São Paulo, Brasil). Após o cozimento, as amostras foram retiradas da grelha e pesadas. Por fim, a perda por cocção foi calculada em função da diferença de peso das amostras antes e depois do tratamento térmico, sendo o valor expresso em porcentagem de acordo com AMSA (2015).

A textura foi avaliada através da aferição da força de cisalhamento. As amostras do músculo *semimembranosus* foram cortadas em cubos (paralelamente à orientação longitudinal das fibras musculares) com cerca de 1,0 cm de diâmetro e, a análise foi realizada em triplicata. Foi utilizado o aparelho de texturômetro TAXT<sub>2</sub> (Stable Micro Systems Ltd., Tribunal de Viena, Reino Unido) a uma velocidade de 200 mm/min usando uma lâmina de cisalhamento padrão com uma espessura de 1,016 mm e uma lâmina do tipo Warner-Bratzler de 3,05 mm. O pico da força de cisalhamento foi registrado e os

resultados foram expressos em kgf/cm<sup>2</sup> (SHACKELFORD; WHEELER; KOOHMARAIE, 1999).

A análise de atividade de água (*aw*) foi determinada através do uso do equipamento AquaLab series 4TE da empresa Aqualab®, que analisa a atividade de água por ponto de orvalho com controle interno da temperatura da amostra. O resultado foi disponibilizado através do monitor do equipamento e as médias foram calculadas.

A análise de cor foi realizada através da avaliação por meio de um corte transversal do músculo após o descongelamento. As amostras foram expostas ao ar atmosférico por 30 min para oxigenação da mioglobina antes das leituras através do colorímetro. As coordenadas L\*, a\* e b\* foram medidas em três pontos diferentes no músculo em zonas não sobrepostas, e a média foi calculada para cada coordenada por animal, como descrito por Miltenburg et al. (1992). Estas medições foram realizadas usando um colorímetro Minolta (Chroma Meter CR 410; Konica Minolta, Tóquio, Japão). O índice de saturação da cor (Chroma, C\*) foi calculado como  $C^* = (a^*^2 + b^*^2)^{1/2}$  (MACDOUGALL; TAYLOR, 1975).

Para a determinação da oxidação lipídica, as amostras foram armazenadas e durante 21 dias após o abate, e a cada 7 dias foram realizadas a identificação das substâncias reativas em ácido tiobarbitúrico (TBARS) que foram quantificadas em triplicatas. Foi utilizado 10g moídos da amostra e adicionados 0,2 mL de BHT (0,03%), 50 mL de água destilada e 1 mL de uma solução antiespumante (álcool ácido amílico PA). Após homogeneização, o conteúdo foi transferido para um Erlenmeyer de 250 mL e foram adicionados 50 mL de HCl 4 M. A mistura foi aquecida numa placa de aquecimento a 100°C. Em seguida, 5 mL do destilado foi transferidos para um tubo de vidro e 5 mL da solução 0,02 M de TBARS foram adicionados. A mistura foi colocada em banho-maria por 35 min, resfriada e, em seguida, analisada com espectrofotômetro (Mettler Toledo®, São Paulo, Brasil). As amostras foram lidas a 530 nm, e os resultados foram multiplicados por 7,8 e expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra de carne.

## 2.6 Perfil de ácidos graxos

Para a determinação do perfil dos ácidos graxos, foi extraído previamente o conteúdo lipídico do músculo *semimembranosus*, segundo Hara e Radin (1978) e convertidos em metil ésteres de ácidos graxos (FAMES) de acordo com Christie (1982).

A separação e detecção dos ácidos graxos foram feitas por meio do cromatógrafo a gás modelo Focus CG- Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 mm de espessura. Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8mL/min. Os parâmetros de operação do programa de temperatura inicial foi de 70°C, tempo de espera 4 min, 175°C (13°C/min) tempo de espera 27 min, 215°C (4°C/min) tempo de espera 9 min. e, em seguida aumentando 7 °C/min. até 230 °C, permanecendo por 5min., durante um tempo total de 65 min. A temperatura do injetor foi de 250 °C e a do detector foi de 300 °C.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção, as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do programa– Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os padrões Supelco TM Component Mix (cat. 18919 Supelco, Bellefonte, PA). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e foram expressos g/100g dos ésteres metílicos de ácidos graxos totais identificados (FAME). A soma de ácidos graxos saturados totais (SFAs), ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), e as razões MUFA: SFA, PUFA: SFA, PUFA: MUFA e n-6: n-3 foram calculados a partir dos perfis de ácidos graxos encontradas nas amostras experimentais.

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica da carnes *in natura* e da carne de sol, foram calculados o índice de aterogenicidade (IA) através da equação  $IA = [C12:0 + (4 \times C:14) + C16:0] / (\sum MUFA + \sum n-6 + \sum n-3)$  e trombogenicidade (IT) de acordo com a relação de ácidos graxos  $IT = [C14:0 + C16:0 + C18:0] / [(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum n-6) + (3 \times \sum n-3) + (n-3/n-6)]$  de Ulbricht e Southgate (1991), e o índice hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico  $h:H = (C18:1cis9 + C18:2n-6) / (C14:0 + C16:0)$  de acordo com Arruda et al. (2012).

A atividade da  $\Delta^9$ -dessaturase foi estimada utilizando dois ácidos graxos, o ácido palmítico ( $\Delta^9$ C16) e esteárico ( $\Delta^9$ C18) de acordo com as fórmulas:  $\Delta^9$ C16:0 =  $[\text{C16:1} / (\text{C16:0} + \text{C16:1})] \times 100$  e  $\Delta^9$ C18:0 =  $[(\text{C18:1cis9}) / (\text{C18:0} + \text{C18:1cis9})] \times 100$ . A atividade da elongase foi estimada a partir da equação:  $\text{elongase} = [(\text{C18:0} + \text{C18:1n9}) / (\text{C16:0} + \text{C16:1} + \text{C18:0} + \text{C18:1n9})] \times 100$  de acordo com Smet, Raes e Demeyer (2004).

## 2.7 Análise sensorial

A avaliação sensorial das amostras foi realizada na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), no período da manhã entre às 9h e 12h. Participaram da avaliação cerca de noventa provadores não treinados, de ambos o sexo, idades diversas, e consumidores de carne bovina com frequência.

As amostras foram agrupadas por tratamentos, em seguida colocadas em um grill elétrico (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil), cozidas até o centro geométrico das amostras atingirem 71°C. Após o cozimento as amostras foram cortadas com aproximadamente 2.0 cm<sup>2</sup> (30g), embaladas no papel alumínio e colocadas em Erlemyer no banho-maria (75°C), evitando assim as perdas dos compostos voláteis presentes na amostra.

Por fim, após a preparação das amostras, os consumidores foram encaminhados para as cabines individuais no laboratório, em seguida foram entregues as amostras, água e biscoito de água e sal, para retirar o sabor residual entre as amostras.

Foram avaliados os atributos de sabor, textura (maciez), odor e aceitação global, esses atributos foram registrados através da escala hedônica de 9 pontos, que variou entre: "1.Desgostei extremamente" e "9.Gostei extremamente" em fichas entregues no início da avaliação.

## 2.8 Análise estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições por tratamento. Utilizou-se o comando PROC GLM do pacote estatístico SAS®. Contrastes polinomiais foram utilizados para se determinar o

efeito linear e quadrático dos níveis 0,0, 0,5, 1,0 e 1,5% de inclusão de ácido láurico na carne *in natura* e carne de sol.

O delineamento experimental utilizado na análise sensorial foi em blocos casualizados tendo as notas que cada provador atribuiu a cada amostra (de cada grupo experimental) como unidade experimental e o consumidor como fator de bloco. Todos os dados apresentaram homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene por meio do comando "HOVTEST". A significância foi declarada quando  $P \leq 0,05$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição físico-química da carne *in natura* e carne de sol

A inclusão do ácido láurico na dieta não afetou de forma significativa as variáveis de umidade ( $P=0,870$ ), proteína ( $P=0,760$ ), cinzas ( $P=0,073$ ), lipídeos ( $P=0,241$ ) e colágeno ( $P=0,652$ ) na carne *in natura* (Tabela 2). Estes resultados estão em concordância com Popova et al. (2011) e Bhatt et al. (2011) que ao incluírem óleo de coco na dieta de pequenos ruminantes não encontraram efeito das dietas. De acordo com Johnson et al. (2003) a quantidade de gordura depositada tem relação com o gasto energético do animal, no presente estudo essa relação esteve em equilíbrio, não resultando em diferença no nível de lipídeos entre os tratamentos.

Na carne de sol também não foram encontradas diferenças significativas nos teores de umidade ( $P=0,457$ ), lipídeos ( $P=0,316$ ), cinzas ( $P=0,158$ ) e colágeno ( $P=0,532$ ), exceto proteína ( $P=0,041$ ) e Aw ( $P=0,028$ ) encontrados. Os altos valores de cinzas encontrados na carne de sol estão diretamente relacionados a adição do cloreto de sódio, que é um ingrediente essencial para a elaboração desse derivado cárneo (COSTA et al., 2011).

A dieta não afetou os valores encontrados do pH final da carne *in natura*, que foram entre 5,36 e 5,42. Resultados semelhantes são relatados por Najafi et al. (2012) em pequenos ruminantes alimentados com óleo de palma, peixe e soja, e por Fiorentini et al. (2015) em bovinos com inclusão de diferentes óleos na dieta, entre eles o óleo de palma. Ainda assim, os valores encontrados nesse experimento estão dentro do intervalo considerado normal para carne bovina (5,4 e 5,8) (ABULARACH et al., 1998; MACH et al., 2008).

As médias do pH final dos tratamentos da carne *in natura*, sugerem que não houve aumento do estresse antes do abate e que os tratamentos dietéticos não influenciaram alterações na reserva do glicogênio (LUCIANO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012). Outro fator é a dieta rica em grãos, eles possuem maior disponibilidade de glicogênio no abate resultando num pH final mais baixo (NEATH et al., 2007).

**Tabela 2.** Composição físico-química da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.

Variáveis	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
Umidade	Carne <i>in natura</i>	73,0	73,1	73,1	73,1	0,321	0,870	0,961
	Carne de sol	70,2	70,7	70,0	70,1	0,324	0,457	0,523
Proteína	Carne <i>in natura</i>	23,4	23,2	22,8	23,4	0,282	0,760	0,226
	Carne de sol	21,2	20,8	20,9	20,3	0,251	0,041	0,740
Cinzas	Carne <i>in natura</i>	1,41	1,52	1,89	1,81	0,184	0,073	0,615
	Carne de sol	6,34	6,18	6,55	7,08	0,395	0,158	0,395
Lipídeos	Carne <i>in natura</i>	2,20	2,20	2,23	1,80	0,210	0,241	0,324
	Carne de sol	2,24	2,35	2,49	2,51	0,201	0,316	0,814
Colágeno (%)	Carne <i>in natura</i>	1,50	1,65	1,62	1,52	0,071	0,652	0,703
	Carne de sol	1,95	1,95	1,99	2,01	0,071	0,532	0,887
pH	Carne <i>in natura</i>	5,41	5,40	5,36	5,42	0,034	0,982	0,296
	Carne de sol	5,84	5,73	5,63	5,68	0,047	0,009	0,098
Atividade de água (Aw)	Carne <i>in natura</i>	0,97	0,97	0,97	0,97	0,002	0,088	0,282
	Carne de sol	0,87	0,87	0,88	0,86	0,006	0,533	0,028
Capacidade de retenção de água	Carne <i>in natura</i>	25,1	22,0	25,1	24,6	0,987	0,713	0,222
	Carne de sol	28,8	26,2	27,7	27,1	0,454	0,141	0,058
Perda por cocção	Carne <i>in natura</i>	38,7	51,2	42,8	41,0	4,511	0,940	0,126
	Carne de sol	27,0	30,1	28,5	25,9	3,103	0,714	0,369
FC (kgf cm <sup>-2</sup> ) <sup>c</sup>	Carne <i>in natura</i>	2,52	3,21	2,79	2,78	0,242	0,737	0,170
	Carne de sol	1,87	2,44	2,24	2,23	0,183	0,335	0,159

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup>Erro padrão da média.

<sup>b</sup> Efeito significativo  $P \geq 0,05$

<sup>c</sup> Força de cisalhamento

Não foi observada influência significativa do ácido láurico na força de cisalhamento (FC) na carne *in natura* e carne de sol. Najafi et al. (2012) relataram nenhum efeito na (FC) na carne de cabritos alimentados com a inclusão de diferentes óleos. Os resultados encontrados também concordam com Francisco et al. (2015) e Castro et al. (2016).

Contudo, a média dos resultados da (FC) da carne *in natura* e carne de sol entre os tratamentos são 2,82 kgf /cm<sup>2</sup> e 2,19 kgf /cm<sup>2</sup> respectivamente, pode-se dizer que as carnes avaliadas são extremamente tenras, uma vez que, de modo geral utiliza-se o valor limite para considerar uma carne extremamente tenra é abaixo 3,2 kgf/cm<sup>2</sup>, carnes com valores acima de 4,5 kgf/cm<sup>2</sup> são menos tenras (BELEW et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012).

Não houve efeito da adição do ácido láurico na capacidade de retenção de água (CRA) na carne *in natura* e carne de sol, esses resultados estão de acordo com Popova et al. (2011) que avaliaram a inclusão do óleo de coco na carne de cordeiros e com Fiorentini et al. (2015) carne de bovinos Nelore alimentados com óleos ricos em ácidos graxos saturados e insaturados. De acordo com Popova et al. (2011) a (CRA) é influenciada principalmente pelos valores de pH, que também não sofreu influência da dieta nesse experimento.

Contudo, na Tabela 2 são demonstrados que os resultados da capacidade de retenção de água na carne de sol são maiores que os valores encontrados na carne *in natura*. De acordo com Hamm (1986) a cura, a salga, congelamento e descongelamento e outros processos são fatores que podem atuar para alterar a capacidade de retenção da carne. O sal (NaCl) age solubilizando as proteínas da carne, o resultado desse processo colabora para a emulsificação de gorduras (GOUVÊA et al., 2017). O processamento pode ter alterado os valores, porém a dieta não foi capaz de influenciar.

A perda de água por cocção possui relação direta com os resultados obtidos da capacidade de retenção de água, quanto maior a capacidade de retenção de água, menos água será perdida durante processos físicos. A utilização do ácido láurico na dieta teve efeito nos resultados de perda por cocção nas carnes avaliadas, resultados similares foram encontrados por Najafi et al. (2012) e Francisco et al. (2015) na carne de cabritos e bovinos com inclusão de diferentes óleos na dieta, entre eles 2% de óleo de palma. Vale ressaltar que a carne *in natura* mostrou valores menores na capacidade de retenção de água, e conseqüentemente valores maiores da perda por cocção, o

processo inverso aconteceu com a carne de sol, confirmando a relação entre os dois parâmetros.

### 3.2 Análise de Cor

Não houve efeito da inclusão do ácido láurico na carne *in natura* e na carne de sol nos parâmetros de cor analisados pelo sistema Cielab (Tabela 3). Resultados similares foram encontrados por Fiorentini et al. (2015) e Castro et al. (2016) ao utilizar óleo de palma como um dos diferentes óleos na dieta. A inclusão de diferentes óleos e óleos protegidos também não influenciaram na cor da carne de acordo com relatos de Oliveira et al. (2012) e Francisco et al. (2015). Segundo Priolo et al. (2001), a cor da carne é dependente da alimentação, idade do animal, peso e pH. Acredita-se que falta de efeito do ácido láurico pode ter ocorrido por causa da falta de efeito sobre pH, já que as outras variáveis são as mesmas para todos os animais.

A cor é a primeira característica sensorial apreciada pelo consumidor, sua avaliação possui ligação com o grau de frescor da carne. Nesse estudo observa-se que houve redução do índice de vermelho ( $a^*$ ) na carne do sol quando comparado com a carne *in natura*. A redução nesse parâmetro também foi identificada por Sabadini et al. (2001) ao avaliarem dois diferentes processos de salga, cuja justificativa está relacionada com a transformação da mioglobina presente na carne em metamioglobina. Mesmo com a alteração da cor para uma cor mais próxima da cor marrom, a carne de sol já é conhecida pelos consumidores por possuir cor diferente da carne *in natura*, sendo assim, a sua cor não é capaz de influenciar na decisão de compra.

Os resultados da avaliação da cor também corroboram com os resultados encontrados por Park et al. (2017) na carne de bovinos da raça *Hanwoo* alimentados com 5% de óleo de palma e por Najafi et al. (2012) com a inclusão do óleo de palma na dieta de cabras. Os resultados semelhantes podem estar relacionados com o fato do óleo de palma possuir composição de ácidos graxos similar ao óleo de palmiste (fonte do ácido láurico utilizado) já que ambos são obtidos do mesmo fruto. Gouvêa et al. (2017) relataram que não houve efeito na cor entre as carnes *in natura* e carne de sol na carne de bovinos alimentados com torta de licuri.

De acordo com Muchenje et al. (2009) relata as faixas para os valores L\*, a\* e b\* em carne bovina de 33 a 41, 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3, respectivamente. No presente estudo todos os valores se encontram dentro das faixas citadas. O índice de b\* (amarelo) da carne *in natura* aumentou de acordo com o aumento na concentração de lipídeos, sendo esse um indicativo da oxidação na superfície da carne (CARVALHO et al., 2014).

**Tabela 3.** Índice de coloração da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.

Variável	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
L* (luminosidade)	Carne <i>in natura</i>	36,9	37,2	36,7	36,4	0,910	0,629	0,734
	Carne de sol	34,9	34,1	34,2	33,5	0,600	0,173	0,887
a* (vermelho)	Carne <i>in natura</i>	23,4	24,0	24,1	22,3	0,734	0,349	0,126
	Carne de sol	19,2	17,9	18,4	18,6	0,972	0,747	0,461
b* (amarelo)	Carne <i>in natura</i>	7,25	7,36	7,50	6,14	0,602	0,264	0,251
	Carne de sol	6,36	6,21	6,42	6,05	0,408	0,706	0,791
C* (saturação)	Carne <i>in natura</i>	24,5	25,2	25,2	23,1	0,868	0,322	0,144
	Carne de sol	20,2	19,0	19,5	19,5	1,010	0,719	0,538

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup> Erro padrão da média.

<sup>b</sup> Efeito significativo  $P \leq 0,05$ .

### 3.3 Oxidação lipídica

Houve influência da dieta na carne de sol no período de 7 dias ( $P= 0,046$ ) de armazenamento (Tabela 4). A exposição da carne durante o processo de elaboração da carne de sol pode ter acelerado a oxidação lipídica.

Também foi encontrado efeito da inclusão do ácido láurico na carne *in natura* no período de 14 dias ( $P= 0,032$ ) de armazenamento. Efeitos sobre a redução da oxidação

também foram encontrados por Castro et al. (2016), após a inclusão de óleos com diferentes perfis de ácidos graxos.

Os resultados encontrados durante todo o período de armazenamento demonstram valores de TBARS abaixo do limite de 2,0 malonaldeído (mg) / kg, valor considerado limite para a aceitação do consumir (CAMPO et al., 2006).

**Tabela 4.** Oxidação lipídica (TBARS) da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.

Variável	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
0 dias	Carne <i>in natura</i>	0,45	0,46	0,61	0,44	0,069	0,668	0,193
	Carne de sol	0,31	0,30	0,26	0,30	0,038	0,791	0,536
7 dias	Carne <i>in natura</i>	0,74	0,88	0,96	0,87	0,093	0,253	0,209
	Carne de sol	0,75	0,79	0,86	0,97	0,077	0,046	0,657
14 dias	Carne <i>in natura</i>	0,42	0,46	0,62	0,37	0,063	0,969	0,032
	Carne de sol	1,13	1,04	1,00	1,05	0,106	0,650	0,583
21 dias	Carne <i>in natura</i>	0,35	0,43	0,50	0,46	0,074	0,264	0,420
	Carne de sol	1,06	0,89	1,13	1,39	0,256	0,313	0,421

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup> Erro padrão da média.

<sup>b</sup> Efeito significativo  $P \leq 0,05$ .

### 3.4 Perfil dos ácidos graxos

Houve efeito linear da inclusão do ácido láurico na dieta na concentração de ácido láurico na carne *in natura* e na carne de sol ( $P=0,004$ ), esse aumento pode ser explicado pelos níveis do ácido láurico nos tratamentos avaliados. Resultados similares foram encontrados por Abubakr et al. (2015) ao avaliarem a inclusão de 5% do óleo de palma em três diferentes músculos (*longissimus dorsi*, *infraspinatus*, *bíceps femoris*).

No percentual de ácido palmitoléico houve efeito linear da inclusão do ácido láurico na carne *in natura* ( $P=0,019$ ). Acredita-se que o aumento no percentual da enzima de  $\Delta^9$ -dessaturase (16) seja o responsável pelo aumento na concentração do ácido palmitoléico (Tabela 5). A enzima  $\Delta^9$ -dessaturase introduz uma ligação dupla na posição do carbono 9 de diferentes ácidos graxos saturados incluindo o ácido palmítico, dando origem a novos ácidos graxos monoinsaturados (BESSA et al., 2015; BRENNER; PELUFO, 1966). O Aumento no percentual de ácido palmitoléico também foi relacionado com a ação da  $\Delta^9$ - dessaturase por Oliveira et al. (2011).

De acordo com Bessa et al. (2015), a gordura presente na carne de ruminantes não é atraente aos consumidores por possuir altas concentrações de ácidos graxos saturados e baixa concentração de ácidos graxos poli-insaturados. Contudo, a carne oriunda de ruminantes ainda pode ser uma alternativa para o consumo de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa que são benéficos a saúde humana (JÉRONIMO et al., 2009). No presente estudo, é possível observar o efeito linear na concentração do ácido docosaexenóico ( $P=0,006$ ) na carne *in natura*, aumento de grande importância para uma maior qualidade nutricional da carne.

**Tabela 5.** Composição de ácidos graxos (g/100 FAME g) da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico

Variáveis	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
C12:0 (láurico)	Carne <i>in natura</i>	0,06	0,13	0,18	0,21	0,027	0,004	0,555
	Carne de sol	0,05	0,11	0,15	0,18	0,024	0,004	0,622
C14:0 (mirístico)	Carne <i>in natura</i>	2,28	3,03	3,22	3,29	0,345	0,062	0,357
	Carne de sol	2,20	2,71	2,33	2,09	0,524	0,783	0,501
C16:0 (palmítico)	Carne <i>in natura</i>	22,4	23,5	22,9	21,7	0,913	0,491	0,246
	Carne de sol	23,4	23,9	23,2	23,2	0,966	0,769	0,816
C18:0 (esteárico)	Carne <i>in natura</i>	16,0	15,7	16,2	14,2	1,339	0,458	0,541
	Carne de sol	17,2	15,6	16,0	15,8	0,932	0,396	0,507
C16:1 c9 (palmitoleico)	Carne <i>in natura</i>	2,48	2,77	2,90	3,35	0,223	0,019	0,738
	Carne de sol	2,50	2,76	2,91	2,83	0,195	0,232	0,419
C18:1 c9 (oleico)	Carne <i>in natura</i>	35,6	34,4	34,4	32,8	0,942	0,074	0,857
	Carne de sol	34,9	34,3	35,1	33,2	1,461	0,535	0,681
C18:1 t11 (vacênico)	Carne <i>in natura</i>	0,97	1,05	1,23	1,26	0,196	0,281	0,894
	Carne de sol	1,15	1,05	1,33	1,18	1,140	0,566	0,858
CLA	Carne <i>in natura</i>	0,15	0,18	0,15	0,18	0,027	0,512	0,889
	Carne de sol	0,12	0,12	0,24	0,18	0,053	0,226	0,626
C18:2 (linoleico)	Carne <i>in natura</i>	7,82	6,67	6,34	7,32	0,912	0,659	0,278
	Carne de sol	6,19	5,72	5,77	7,97	1,396	0,403	0,354
C18:3 (linolênico)	Carne <i>in natura</i>	0,43	0,38	0,38	0,41	0,043	0,859	0,397
	Carne de sol	0,41	0,46	0,39	0,46	0,070	0,840	0,871
C20:4 (araquidônico)	Carne <i>in natura</i>	2,41	2,36	2,14	3,09	0,400	0,339	0,242
	Carne de sol	2,13	3,17	2,08	1,83	0,701	0,550	0,383
C20:5 (eicosapentaenóico)	Carne <i>in natura</i>	0,44	0,43	0,43	0,75	0,103	0,075	0,150
	Carne de sol	0,44	0,57	0,46	0,68	0,159	0,418	0,788
C22:6 (docosahexaenóico)	Carne <i>in natura</i>	0,11	0,11	0,10	0,22	0,023	0,006	0,023
	Carne de sol	0,11	0,13	0,10	0,15	0,031	0,462	0,685
C22:5 (docosapentaenóico)	Carne <i>in natura</i>	0,89	0,81	0,79	1,27	0,145	0,337	0,720
	Carne de sol	0,79	0,98	0,81	1,17	0,220	0,337	0,720

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup>Erro padrão da média.

<sup>b</sup>Efeito significativo  $P \leq 0,05$ .

A carne *in natura* e carne de sol dos animais alimentados com 1,5% de ácido láurico apresentaram maiores concentrações do ácido graxo eicosapentaenoico (EPA) encontradas, porém não foi observado efeito estatístico sobre a inclusão do ácido láurico no teor desse ácido graxo. Dentre os ácidos graxos de cadeia longa, o docosapentaenoico (DPA) é o ácido que menos é influenciado pela dieta e o eicosapentaenoico (EPA) geralmente é encontrado em menores concentrações (BESSA et al., 2015). Os ácidos DHA e EPA geralmente são encontrados em peixes que se alimentam de algas marinhas (fictoplancton) e microrganismos (zooplancton). Ambos são ácidos graxos de cadeia longa que podem proporcionar benefícios à saúde humana, sendo responsáveis pela redução da lipídemia, e conseqüentemente pela redução do risco de doenças cardiovasculares, além da proteção à problemas mentais em adultos, cefaleia crônica, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade em crianças (MARTINS, 2014; SALEM; VANDAL, 2015; GIVENS et al., 2006).

Entre os ácidos graxos saturados encontrados na carne bovina, 30% do total é representado pelo ácido esteárico. Além dele, estão presentes o ácido mirístico e palmítico que são considerados os mais importantes, o ácido mirístico possui um potencial 4 vezes maior de aumentar o colesterol em relação ao ácido graxo palmítico, ambos são relevantes por serem considerados hipercolesterolêmicos (WOOD et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2012). Na carne *in natura* dos animais alimentados com 1,5% do ácido láurico, foi possível identificar um aumento na concentração do ácido graxo mirístico, porém vale ressaltar que o processamento da carne de sol foi capaz de reduzir a concentração desse ácido graxo na carne, tornando o consumo da carne de sol mais saudável comparando com a carne *in natura*.

No somatório dos ácidos graxos saturados, apesar do aumento nos percentuais do ácido láurico na carne *in natura* e na carne do sol, não houve aumento dessa variável de acordo com os níveis de inclusão de ácido láurico da dieta. Castro et al. (2016) também não encontraram efeito da utilização de óleos de diferentes fontes no total de ácidos graxos saturados na carne *in natura*.

Não houve efeito do ácido láurico no CLA (ácido linoleico conjugado) e no ácido esteárico na carne *in natura* e na carne de sol. Contudo, valores encontrados na carne *in natura* nos tratamentos com 0,5% e 1,5% de ácido láurico, retratam resultados menores de ácido esteárico e nos mesmos tratamentos foram encontrados resultados maiores de CLA.

**Tabela 6.** Composição dos ácidos graxos (g/100 FAME g) da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico

Variável	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
ΣSAF	Carne <i>in natura</i>	18,5	18,2	17,4	18,5	1,098	0,581	0,727
	Carne de sol	19,4	18,8	18,2	17,7	0,859	0,155	0,980
ΣMUFA	Carne <i>in natura</i>	39,0	38,2	38,5	37,4	0,903	0,297	0,893
	Carne de sol	38,6	38,1	39,4	37,2	1,543	0,706	0,610
ΣPUFA	Carne <i>in natura</i>	9,49	10,1	9,55	12,0	1,724	0,867	0,233
	Carne de sol	9,40	10,2	9,03	11,3	1,961	0,623	0,718
ΣPUFA: SAF	Carne <i>in natura</i>	0,62	0,59	0,55	0,71	0,101	0,619	0,393
	Carne de sol	0,49	0,54	0,52	0,63	0,112	0,456	0,763
Σ n-6	Carne <i>in natura</i>	10,3	9,03	8,48	10,4	1,281	0,984	0,258
	Carne de sol	8,32	8,89	7,85	5,30	1,982	0,283	0,453
Σ n-3	Carne <i>in natura</i>	0,81	0,92	0,91	1,38	0,186	0,124	0,139
	Carne de sol	0,96	1,17	0,95	1,29	0,256	0,516	0,794
n-6: n-3	Carne <i>in natura</i>	10,6	10,0	9,17	7,86	0,622	0,006	0,580
	Carne de sol	8,68	8,67	8,65	4,50	1,223	0,046	0,130
Δ <sup>9</sup> Dessaturase (C16)	Carne <i>in natura</i>	0,94	10,6	11,4	13,3	0,848	0,015	0,485
	Carne de sol	9,66	10,3	11,2	18,8	0,614	0,187	0,475
Δ <sup>9</sup> Dessaturase (C18)	Carne <i>in natura</i>	68,9	68,8	68,0	70,0	2,255	0,815	0,662
	Carne de sol	67,0	68,7	68,7	67,8	1,640	0,764	0,442
Elongase	Carne <i>in natura</i>	67,4	65,6	66,3	65,3	1,026	0,247	0,733
	Carne de sol	66,8	65,1	66,2	65,3	1,035	0,460	0,725
Índice de aterogenocidade	Carne <i>in natura</i>	0,52	0,64	0,65	0,58	0,069	0,519	0,200
	Carne de sol	0,58	0,60	0,59	0,58	0,066	0,944	0,835
Índice de trombogenicidade	Carne <i>in natura</i>	1,07	1,19	1,23	1,10	0,098	0,809	0,264
	Carne de sol	1,24	1,19	1,20	1,44	0,106	0,251	0,211
Índice h:H	Carne <i>in natura</i>	1,46	1,33	1,36	1,35	0,092	0,494	0,528
	Carne de sol	1,40	1,31	1,41	1,34	0,088	0,825	0,858

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup>Erro padrão da média.

<sup>b</sup>Efeito significativo  $P \leq 0,05$ .

É possível que ácido láurico na dieta nos dois tratamentos tentou inibir o processo de biohidrogenação, as altas concentrações de ácidos graxos poli-insaturadas podem ter interferido nesse processo, resultando em ácidos graxos intermediários desse processo, a exemplo do CLA (JEKINS, 1993). O CLA é encontrado apenas em derivados de ruminantes, e o seu aumento na carne e nos derivados cárneos é altamente desejável devido ao seu potencial anticancerígeno, redução do risco de diabetes e problemas cardíacos (BESSA et al., 2015; GIVENS et al., 2006; MOURÃO et al., 2005).

Também não houve efeito do ácido láurico no somatório dos ácidos graxos n-6 e n-3, ainda assim foi possível identificar um aumento no somatório de ácidos graxos da família n-3 no tratamento com 1,5% de ácido láurico nos dois tipos de carne avaliadas. Altas concentrações desses ácidos graxos são encontradas em carne de peixes, e o aumento deles na carne de ruminantes faz com que ela seja uma boa fonte desse ácido graxo (BESSA et al., 2015).

Não foi observado efeito da inclusão do ácido láurico nos índices de aterogenicidade (IA), índice de trombogenicidade (IT) e na relação entre os ácidos graxos hipocolesterlêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H). O índice de aterogenicidade está relacionado aos ácidos graxos pró e anti-aterogênicos, ele também indica a capacidade de agregação de plaquetária (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

Embora as proporções de alguns ácidos graxos tenham sido afetadas pela inclusão do ácido láurico, o somatório de ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados e a relação de poli-insaturado e saturado não diferiram significativamente na carne *in natura* e carne de sol entre os tratamentos dietéticos no presente experimento (Tabela 6). Estes resultados estão de acordo com Karami et al. (2013) não encontraram efeito da dieta no *longissimus lumborum* de cabras alimentadas com óleo de canola e óleo de palma. No entanto, os valores encontrados no presente estudo para a relação entre poli-insaturados e saturados são considerados acima de 0,4 limite recomendado pelo (Departamento de Saúde do Reino Unido) como sendo benéfico a saúde humana.

### 3.5 Análise sensorial

De acordo com Oliveira et al. (2011) além da importância dos lipídeos para a saúde humana, é importante salientar que as suas propriedades físicas e químicas afetam diretamente a qualidade sensorial e a vida de prateleira da carne.

Houve efeito linear da adição do ácido láurico na carne *in natura* no sabor ( $P=0,040$ ), maciez ( $P=0,010$ ), suculência ( $P=0,010$ ) e na aceitação global ( $P=0,010$ ) (Tabela. 7). Os resultados encontrados demonstram uma diminuição linear em todos os parâmetros avaliados na carne *in natura*. O atributo maciez possui relação direta com a suculência da carne, e quanto mais tenra a carne, mais rapidamente serão liberados os sucos durante a mastigação, gerando uma maior sensação de suculência.

Também não houve efeito do ácido láurico no somatório dos ácidos graxos n-6 e n-3, ainda assim foi possível identificar um aumento no somatório de ácidos graxos da família n-3 no tratamento com 1,5% de ácido láurico nos dois tipos de carne avaliadas. Altas concentrações desses ácidos graxos são encontradas em carne de peixes, e o aumento deles na carne de ruminantes faz com que ela seja uma boa fonte desse ácido graxo traga benéficos a saúde (BESSA et al., 2015).

Também não houve efeito do ácido láurico no somatório dos ácidos graxos n-6 e n-3, ainda assim foi possível identificar um aumento no somatório de ácidos graxos da família n-3 no tratamento com 1,5% de ácido láurico nos dois tipos de carne avaliadas. Altas concentrações desses ácidos graxos são encontradas em carne de peixes, e o aumento deles na carne de ruminantes faz com que ela seja uma boa fonte desse ácido graxo traga benéficos a saúde (BESSA et al., 2015).

Acredita-se que ácido láurico na dieta nos dois tratamentos inibiram a completa processo de biohidrogenação, além disso, as altas concentrações de ácidos graxos poli-insaturadas podem ter interferido nesse processo, resultando em ácidos graxos intermediários desse processo, a exemplo do CLA (JEKINS, 1993). O CLA é encontrado apenas em derivados de ruminantes, e o seu aumento na carne e nos derivados cárneos é altamente desejável devido ao seu potencial anticancerígeno, redução do risco de diabetes e problemas cardíacos (BESSA et al., 2015; GIVENS et al., 2006; MOURÃO et al., 2005).

**Tabela 7.** Análise sensorial da carne *in natura* e carne de sol de tourinhos Nelore alimentados com ácido láurico.

Variáveis	Tipo de carne	Nível de inclusão de ácido láurico*				EPM <sup>a</sup>	Efeito (P) <sup>b</sup>	
		0,00%	0,50%	1,00%	1,50%		Linear	Quadrático
Sabor	Carne <i>in natura</i>	6,83	6,29	6,37	6,36	0,167	0,040	0,067
	Carne de sol	7,58	7,47	7,16	7,49	0,130	0,272	0,050
Maciez	Carne <i>in natura</i>	6,86	5,90	5,85	5,56	0,201	0,010	0,080
	Carne de sol	6,90	7,12	6,72	7,53	0,159	0,023	0,042
Suculência	Carne <i>in natura</i>	6,56	5,54	5,88	5,56	0,183	0,010	0,141
	Carne de sol	7,22	7,20	6,89	7,26	0,152	0,751	0,132
Aceitação global	Carne <i>in natura</i>	6,79	6,03	6,13	5,95	0,165	0,010	0,067
	Carne de sol	7,21	7,24	6,98	7,45	0,140	0,360	0,064

\*Óleo de palmiste é a fonte de ácido láurico.

<sup>a</sup> Erro padrão da média.

<sup>b</sup> Efeito significativo  $P \leq 0,05$ .

Efeito linear da dieta também foram identificados na carne do sol nos parâmetros de maciez ( $P=0,023$ ) e sabor ( $P=0,040$ ), exceto nos parâmetros de suculência e aceitação global. Valores maiores da maciez foram encontrados na carne de sol quando comparada com a carne *in natura*, os resultados corroboram com os resultados encontrados da força de cisalhamento nesse estudo (Tabela 2), os dois métodos avaliam de formas diferentes, porém com o mesmo objetivo, avaliação da maciez da carne.

#### 4 CONCLUSÃO

A adição de ácido láurico até 1,5% na dieta de bovinos até o nível de 1,5% não altera a composição físico-química e a cor da carne *in natura*, porém é responsável pelo aumento de alguns ácidos graxos benéficos a saúde e não influencia de forma positiva os atributos sensoriais da carne *in natura*. A elaboração da carne de sol é uma alternativa para melhorar a aceitação do consumidor.

## REFERÊNCIA

AOAC. ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12ed. Washington, (1990). 1094p.

AOAC. ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis** (2007) 18th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, Method 2007.04 2007.

ABUBAKR, A. et al. Effect of feeding palm oil by-products based diets on muscle fatty acid composition in goats. **Plos one**, v. 10, n. 3, p.1-22, 2015.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; DE FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AMSA- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of meat. **Natl. Live Stock and Meat Board, Champaign, Illinois USA**, 2015.

ARRUDA, P. C. L. et al. Fatty acids profile in Longissimus dorsi of Santa Ines lambs fed with different energy levels. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.

BHATT, R. S. et al. Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and carcass traits of Malpura lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1-2, p. 29-37, 2011.

BELEW, J. B. et al. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v. 64, n. 4, p. 507-512, 2003.

BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 9, p. 1325-1344, 2015.

BRENNER, R. R; PELUFFO, R. O. Effect of saturated and unsaturated fatty acids on the desaturation in vitro of palmitic, stearic, oleic, linoleic, and linolenic acids. **Journal of Biological Chemistry**, v. 241, n. 22, p. 5213-5219, 1966.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. **Journal of Lipid Research**, v. 23, n. 7, p. 1072-1075, 1982.

CAMPO, M. M. et al. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v. 72, n. 2, p. 303-311, 2006.

CARVALHO, J. R. R. et al. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 977-983, 2014.

CASTRO, T. et al. Animal performance and meat characteristics in steers reared in intensive conditions fed with different vegetable oils. **Animal**, v. 10, n. 3, p. 520-530, 2016.

COSTA, R. G. et al. Salted goat and lamb meat: Typical regional product of the city of Petrolina, state of Pernambuco. **Small ruminant research**, v. 98, n. 1-3, p. 51-54, 2011.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. **Journal of lipid research**, v. 23, n. 7, p. 1072-1075, 1982.

DE SMET, S; RAES, K; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

DOMINGUES, J. L. et al. Effect of high oil corn in the diets of Nellore steers on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and longissimus muscle fatty acid profile. **Livestock Science**, v. 174, p. 31-38, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Dietary guidelines for americans 2015-2020**. 2015.

FIORENTINI, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined Nellore steers. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 28, n. 7, p. 976, 2015.

FRANCISCO, A. et al. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented with increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. **Meat Science**, v. 100, p. 275-282, 2015.

GEBAUER, S. K. et al. Effects of ruminant trans fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. **Advances in nutrition**, v. 2, n. 4, p. 332-354, 2011.

GIVENS, D. I.; KLIEM, K. E.; GIBBS, R. A. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat science**, v. 74, n. 1, p. 209-218, 2006.

GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. Tecnologia de fabricação da carne de sol. Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007. 23 p. Dossiê Técnico.

GOUVÊA, A. A. L. et al. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, May; v. 97, n.7, p. 2147- 731 2153, 2017.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. **Gainesville: University of Florida**, 2000. p. A-25. (Bulletin 339).

HAMM, R. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In P. J. Bechtel (Ed.), **Muscle as food** (pp. 135–199). Orlando, FL: Academic Press. (1986).

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v. 90, n. 1, p. 420-426, 1978.

HRISTOV, A. N. et al. Effect of sodium laurate on ruminal fermentation and utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 6, p. 1820-1831, 2004.

JENKINS, T. C.; BRIDGES JR, W. C. Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 8, p. 778-789, 2007.

JERÓNIMO, E. et al. Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p. 499-505, 2009.

JOHNSON, D. E.; FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going? **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 13, p. E27-E38, 2003.

KARAMI, M.; PONNAMPALAM, E. N.; HOPKINS, D. L. The effect of palm oil or canola oil on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profile and meat quality in goats. **Meat science**, v. 94, n. 2, p. 165-169, 2013.

LUCIANO, G. et al. Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of longissimus dorsi muscle from lambs fed a tannin-containing diet. **Food chemistry**, v. 124, n. 3, p. 1036-1042, 2011.

MACDOUGALL, D. B.; TAYLOR, A. A. Colour retention in fresh meat stored in oxygen—a commercial scale trial. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 10, n. 3, p. 339-347, 1975.

MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 232-238, 2008.

MATSUMOTO, M. et al. Defaunation effects of medium-chain fatty acids and their derivatives on goat rumen protozoa. **The Journal of General and Applied Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 439-445, 1991.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MILTENBURG, G.A.J.; WENSING, T.H.; SMULDERS, F.J.M. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2766-2772, 1992.

MOURÃO, D. M. et al. Ácido linoléico conjugado e perda de peso Conjugated linoleic acid and weight loss. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 391-399, 2005.

MUCHENJE, V. et al. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, v. 81, n. 4, p. 653-657, 2009.

NAJAFI, M. H. et al. Performance, carcass traits, muscle fatty acid composition and meat sensory properties of male Mahabadi goat kids fed palm oil, soybean oil or fish oil. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 848-854, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. NRC. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**, v. 7, p. 381, 2007.

NEATH, K. E. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat science**, v. 75, n. 3, p. 499-505, 2007.

NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 7th revised edition. **NATIONAL ACADEMY PRESS**, Washington, D.C. 2000.

OLIVEIRA, E. A. et al. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 28-35, 2012.

PARK, S. et al. Carcass and Meat Characteristics and Gene Expression in Intramuscular Adipose Tissue of Korean Native Cattle Fed Finishing Diets Supplemented with 5% Palm Oil. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 37, n. 2, p. 168, 2017.

POPOVA, T. Fatty acid composition and oxidative stability of muscles in lambs fed coconut oil supplemented diet. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 17, n. 3, p. 402-409, 2011.

PRIOLO, A; MICOL, D; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. **Animal Research**, v. 50, n. 3, p. 185-200, 2001.

PURI, B. K.; MARTINS, J. G. Which polyunsaturated fatty acids are active in children with attention-deficit hyperactivity disorder receiving PUFA supplementation? A fatty acid validated meta-regression analysis of randomized controlled trials. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 90, n. 5, p. 179-189, 2014.

RIBEIRO, C. V. D. M. et al. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. S121-S137, 2011.

SABADINI, E. et al. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Food Science and Technology (Campinas)**, 2001.

SALEM JR, N; VANDAL, M; CALON, F. The benefit of docosahexaenoic acid for the adult brain in aging and dementia. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 92, p. 15-22, 2015.

SANTOS FILHO, J. M. et al. Lipídios em carnes de animais utilizados para consumo humano: uma revisão. **Ciência Animal**, v. 11, n. 2, p. 87-100, 2001.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, Mohammad. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2693-2699, 1999.

SILVA, H. G. de O. et al. Ammonized elephant grass and cocoa meal or palm kernel cake in growing sheep diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 734-742, 2008.

SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected 838 by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet** v.338, p.985–992, 1991.

USDA, U.S. Department Of Agriculture. **The SHAKE technical package for salt reduction**, 2016.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004.