UNIVERSIDADE ESTADUAS PAULISTA - UNESP

CÂMPUS JABOTICABAL

CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES E QUALIDADE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS CRIADAS EM PASTAGEM

Heloisa de Almeida Fidelis

Zootecnista

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAS PAULISTA - UNESP

CÂMPUS JABOTICABAL

CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES E QUALIDADE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS CRIADAS EM PASTAGEM

Discente: Heloisa de Almeida Fidelis

Orientadora: Profa. Dra. Hirasilva Borba

Coorientadora: Dra. Wignez Henrique

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

2021

F451c

Fidelis, Heloisa de Almeida

Características das fibras musculares e qualidade de diferentes cortes cárneos de fêmeas Nelore e Nelore + Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem / Heloisa de Almeida Fidelis. -- Jaboticabal, 2021

150 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Hirasilva Borba

Coorientadora: Wignez Henrique

1. Alimentos de origem animal. 2. Bovino de corte. 3. Carne qualidade. 4. Cruzamento (Genética). 5. Desenvolvimento muscular. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: HELOÍSA DE ALMEIDA FIDELIS

ORIENTADORA: HIRASILVA BORBA

COORIENTADORA: WIGNEZ HENRIQUE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. HIRASILVA BORBA (Participaçao Virtual)
Departamento de Tecnologia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pós-Doutoranda Dra. ALINE GIAMPIETRO GANECO (Participaçao Virtual)
Departamento de Engenharia de Alimentos-FZEA/USP / Pirassununga/SP

Dra. NOMAIACÍ DE ANDRADE (Participaçao Virtual)
SuperFrio Armazéns Gerais S/A / Ribeirão Preto/ SP

Dra. FABIANE DE SOUZA COSTA (Participaçao Virtual)
FZEA/USP / Pirassununga/SP

Dra. BEATRIZ LIMA VELLINI (Participaçao Virtual)
APTA / Colina/SP

Jaboticabal, 08 de abril de 2021



DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Heloisa de Almeida Fidelis, natural de Ribeirão Preto – SP, nascida em 18 de agosto de 1990, filha de Roseli Ap. Correa de Almeida Fidelis e Leonardo Fidelis Filho. Formada em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) Unesp Jaboticabal – SP (2009 - 2013). Ao longo da graduação participou como tesoureira e vice-presidente da Comissão de Formatura da turma “Zootecnia 2009”; da empresa júnior de consultoria (CAP Jr.) como trainee (2011), diretora (2012) e conselheira (2013); e da semana acadêmica SECITAP em 2010, 2011 e 2012, como presidente da última gestão. Mestra em Produção Animal Sustentável pelo Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo (2014 – 2016), trabalhando com ênfase em Produção Animal e Qualidade de Carne. Em 2015 realizou período Sanduíche pelo período de seis meses (julho a dezembro) na Texas A&M University em College Station – Texas – Estados Unidos. Doutora pela FCAV Unesp Jaboticabal/SP pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (julho de 2017 – abril de 2021), atuando na área de Produção Animal com ênfase na linha de pesquisa Qualidade de Produtos de Origem Animal. No período de realização do doutorado, participou na sua respectiva instituição de ensino como Representante Discente do PPG Zootecnia (2020) e junto à Congregação Geral (2020). Ministrou a disciplina de TPOA II – Leite e Pescado nos anos de 2018, 2019 e 2020 para os cursos de graduação em Zootecnia e Medicina Veterinária. Participou da Associação de Pós-Graduandos (APG) como secretária (2019) e presidente (2020).

EPÍGRAFE

“Quando foi que Deus falhou? Nunca o seu AMOR nos faltou. Deus Provê, Deus Proverá e a Sua Infinita Misericórdia Jamais Faltará”.

DEDICATÓRIA

A Deus, sempre e em primeiro lugar;

A minha Família!

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família: meus pais, irmã, cunhado, pequeno João e demais familiares que tanto amo.

A FCAV Unesp Jaboticabal. A todos os docentes, pesquisadores e colaboradores de todas as instituições que participaram e/ou ajudaram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A minha orientadora Dra. Hirasilva Borba e minha coorientadora Dra. Wignez Henrique, não cabe em palavras a Admiração e Carinho que tenho por vocês.

Ao Departamento de Tecnologia e a toda equipe/ grupo de estudo do LaORA – Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal, especialmente Aline, Ju, Erika, Dan, Erick, Boi e Roko. Ao PPG Zootecnia e todos os docentes, pesquisadores, discentes e colaboradores vinculados a ele.

A todos os alunos da FCAV que fizeram parte da minha trajetória ao longo desses quatro anos. Em especial aos estagiários do LaORA, a Republica BoaZona, aos alunos da disciplina TPOA II dos anos de 2018, 2019 e 2020, a SECITAP e todos os grupos de estudos que confiaram em mim para cursos, orientações e palestras.

A Associação de Pós-Graduandos da FCAV (APG) pela confiança e parceria, em especial às gestões 2019-2020 e 2020-2021.

A todos os meus amigos pessoais que me incentivam e apoiam sempre. Em especial um agradecimento a Erika, Fabiane, Elisa, Thais, Fernanda, Adrielly, Vânia, Rafael, Débora, Jaqueline, Natália, Henrique, Alana, Leonardo, Marcos e Vinícius que suavizaram com muito carinho e amizade todo esse período.

A RCC da Arquidiocese de Ribeirão Preto e a Comunidade Missionária Providência Santíssima. Em especial ao Grupo de Oração Imaculado Coração de Maria e ao Grupo de Jovens CMPS. Vocês foram fundamentais, principalmente na reta final, obrigada por TANTO (em e com Deus).

Por fim, ao CNPq que possibilitou a realização deste curso de Doutorado com o financiamento e credibilidade da bolsa de estudo concedida.

SUMÁRIO

Página

RESUMO v

ABSTRACT vi

LISTA DE TABELAS vii

LISTA DE FIGURAS x

LISTA DE GRÁFICOS xi

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO 01

2. OBJETIVOS 04

3. HIPÓTESE 04

4. REVISÃO DE LITERATURA 04

4.1. Bovinocultura de corte 04

4.2. Terminação de fêmeas 05

4.3. Grupos genéticos x cruzamentos 06

4.4. Qualidade da carne bovina 06

4.5. Fibras musculares 11

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13

CAPÍTULO 2 – QUALIDADE DA CARNE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS CRIADAS EM PASTAGEM

RESUMO 17

ABSTRACT 18

1. INTRODUÇÃO 19

2. OBJETIVOS 20

3. MATERIAL E MÉTODOS 21

3.1. Local 21

3.2. Animais, abate e avaliações..... 21

3.3. Análises de qualidade da carne..... 21
3.4. Análises estatísticas 27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 27
4.1. Qualidade físico-química da carne 27
4.2. Perfil dos Ácidos Graxos 36
5. CONCLUSÃO 57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS

RESUMO 65
ABSTRACT 66
1. INTRODUÇÃO 67
2. OBJETIVOS 68
3. MATERIAL E MÉTODOS 69
3.1. Local 69
3.2. Animais e avaliações 69
3.3. Abate e Avaliações 71
3.4. Análises estatística 71
4. RESULTADOS 71
5. DISCUSSÃO 75
6. CONCLUSÃO 78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

CAPÍTULO 4 – CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES E QUALIDADE DA CARNE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS

RESUMO 82
ABSTRACT 83
1. INTRODUÇÃO 84
2. OBJETIVOS 85

3. MATERIAL E MÉTODOS 86
3.1. Animais e avaliações 86
3.2. Análises de qualidade da carne 86
3.3. Avaliação das fibras musculares 88
3.4. Análises estatísticas 89
4. RESULTADOS 90
5. DISCUSSÃO 95
6. CONCLUSÃO 98
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 98

CAPÍTULO 5 – DETERMINAÇÃO ESTATÍSTICA DA QUANTIDADE MÍNIMA SIGNIFICATIVA DE AMOSTRAS PARA AVALIAÇÃO DE FIBRA MUSCULAR EM BOVINOS

RESUMO 103
ABSTRACT 105
1. INTRODUÇÃO/ JUSTIFICATIVA 107
2. OBJETIVOS 116
3. MATERIAL E MÉTODOS 117
3.1. Animais e avaliações 117
3.2. Análise de Dados 118
- Criação do banco de dados **..... 118**
- Análise dos dados **..... 119**
- Análise estatística **.....119**

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 120
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 146
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 146

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Características das fibras musculares e qualidade de diferentes cortes cárneos de fêmeas Nelore e Nelore x Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem**", protocolo nº 001954/18, sob a responsabilidade da Prof.ª Dr.ª Hirasilva Borba, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 08 de fevereiro de 2018.

Vigência do Projeto	01/03/2018 a 30/06/2019
Espécie / Linhagem	Bovina / Nelore e Nelore x Santa Gertrudis
Nº de animais	32
Peso / Idade	450 Kg / 24 meses de idade
Sexo	Fêmeas
Origem	Instituto de Zootecnia, Sertãozinho, SP

Jaboticabal, 08 de fevereiro de 2018.

Fabiana Pilarski

Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
tel 16 3209 2600 fax 3202 4275 www.fcav.unesp.br

CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES E QUALIDADE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS CRIADAS EM PASTAGEM

RESUMO: Objetivou-se correlacionar os tipos de fibras musculares com a maciez e perfil dos ácidos graxos de diferentes cortes cárneos de novilhas contemporâneas de diferentes composições genéticas. Foram utilizadas 32 fêmeas contemporâneas com aproximadamente 24 meses de idade, sendo 16 da raça Nelore e 16 cruzadas ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis, manejadas exclusivamente em pastagens durante toda a vida. Os animais foram abatidos em frigorífico comercial com jejum prévio de 16 h, sendo o critério o peso corporal médio de 450 kg. Após o resfriamento de 24 horas, as carcaças foram pesadas e retiradas amostras dos músculos *Biceps femoris* (Picanha), *Longissimus dorsi* (Contrafilé*)*, *Semitendinosus* (Lagarto), *Superficial pectoral* (Ponta de Peito) e *Triceps brachii* (Paleta) para determinação da cor da carne, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, composição química, colágeno, colesterol, perfil de ácidos graxos e avaliação das fibras musculares (classificação e composição em cada um dos 5 músculos). O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com dois grupos genéticos, cinco músculos e 16 repetições. As composições das fibras musculares dos cinco músculos foram correlacionadas com todas as outras características estudadas, utilizado correlação de Pearson. Pode-se concluir que os dois grupos genéticos, de forma geral, apresentaram resultados dentro do padrão para os atributos de qualidade de carne avaliados, de acordo com as raças e classe sexual. Dentre os cinco cortes, pode-se concluir que o corte da picanha, apresentou melhor resultado no geral das avaliações. Os 3 tipos de fibras se diferenciaram entre si ($p<0,05$) em todas as variáveis avaliadas. De modo geral, as fibras oxidativas apresentaram menor área e comprimento, quantidade e frequência; já as fibras glicolíticas foram as maiores. As diferenças referentes às características e metabolismo das fibras apresentaram correlação significativa com o pH *post mortem*, coloração da carne, composição química, colesterol, colágeno e força de cisalhamento. Identificar e facilitar a modulação de uma composição muscular mais desejável a partir de raça, sistema de criação, nutrição e idade, se torna imprescindível para toda a cadeia de produção, pois envolvem atributos diretamente relacionados às qualidades nutricionais e sensoriais.

Palavras-chave: alimentos de origem animal, bovino de corte, carne qualidade, cruzamento (Genética), desenvolvimento muscular

MUSCLE FIBERS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF DIFFERENT CUTS FROM CONTEMPORARY NELLORE AND NELLORE + SANTA GERTRUDIS FEMALES RAISED ON PASTURE

ABSTRACT: The objective was to correlate the types of muscle fibers with tenderness and fatty acids profile of different meat cuts from heifers of different genetic compositions. 32 contemporary females,16 Nellore and 16 crossbred ½ Nellore + ½ Santa Gertrudis, with 24 months of age were used, managed exclusively on pasture throughout their lives. The animals were slaughtered in a commercial plant with a 16-hour fast, with the criterion being the average of 450 kg body weight. Samples were taken from the muscles *Biceps femoris, Longissimus*, *Semitendinosus*, *Superficial pectoral* and *Triceps brachii* for determining the meat color, water holding capacity, cooking losses, shear force, chemical composition, collagen, cholesterol, fatty acids profile and muscle fiber evaluation (classification and composition in each of 5 muscles sampled). The design was completely randomized, in a factorial scheme, with two genetic groups, five muscles and 16 repetitions. The muscle fiber compositions of the five muscles were correlated with all other characteristics studied, using Pearson's correlation. It can be concluded that the two genetic groups, in general, presented results within the standard for the meat quality attributes evaluated, according to breed and sex class. Among the five cuts, it can be concluded that the cut of the sirloin (rump cap), presented the best result in the overall evaluations. The 3 types of fibers differed from each other ($p < 0.05$) in all variables evaluated. In general, the oxidative fibers showed less area and length, quantity and frequency; glycolytic fibers were the largest. Differences in fiber characteristics and metabolism showed a significant correlation with *post-mortem* pH, meat color, chemical composition, cholesterol, collagen and shear force. Identifying and facilitating the modulation of a more desirable muscle composition based on breed, raising system, nutrition and age, becomes essential for the entire production chain, as they involve attributes directly related to nutritional and sensory qualities.

Keywords: animal origin foods, cattle, meat quality, crossbreed (Genetic), muscle development

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Qualidade de cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Pic – picanha, PonPei – ponta de peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 29**

Tabela 2 – Desdobramento da interação de características de qualidade de cinco cortes provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 30**

Tabela 3 – Porcentagem de ácidos graxos saturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 37**

Tabela 4 – Porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 39**

Tabela 5 – Porcentagem de ácidos graxos poli-insaturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 45**

Tabela 6 – Outras quantidades, índices, relações e classificações dos ácidos graxos (% do total identificado) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **..... 46**

Tabela 7 – Desdobramento da interação de algumas classificações (% do total identificado) e relações entre ácidos graxos de cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto,

Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **51**

Tabela 8 - Outras quantidades, índices e classificações dos ácidos graxos (mg/100g de carne) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG) **55**

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Características das fibras musculares de cinco diferentes cortes cárneos de fêmeas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem **72**

Tabela 2. Desdobramento da interação estatística entre os diferentes cortes cárneos e tipos de fibras musculares de fêmeas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem **74**

CAPÍTULO 4

Tabela 1. Correlação entre as características das fibras musculares e da qualidade da carne de cinco cortes cárneos de fêmeas contemporâneas de diferentes grupos genéticos **92**

CAPÍTULO 5

Tabela 1. Significância do *teste T* ($p<0,05$) para análise de fibra muscular com o corte do Contrafilé de fêmeas bovinas **120**

Tabela 2. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com o corte do Lagarto de fêmeas bovinas **..... 123**

Tabela 3. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com corte da Paleta de fêmeas bovinas **..... 125**

Tabela 4. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com o corte da Ponta de Peito de fêmeas bovinas **..... 127**

Tabela 5. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de locomoção, Lagarto e Paleta, de fêmeas bovinas **..... 129**

Tabela 6. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação, Contrafilé e Ponta de Peito, de fêmeas bovinas **..... 132**

Tabela 7. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção do quarto dianteiro, Ponta de Peito e Paleta, de fêmeas bovinas **..... 135**

Tabela 8. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção do quarto traseiro, Contrafilé e Lagarto, de fêmeas bovinas **..... 137**

Tabela 9. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção dos quartos dianteiro e traseiro, Ponta de Peito, Paleta, Contrafilé e Lagarto, de fêmeas bovinas **..... 140**

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 3

Figura 1. Corte histológico para análise de fibra muscular de fêmeas bovinas: **A** do Contrafilé (músculo de sustentação e padrão para análise de qualidade da carne); **B** da Picanha (músculo de sustentação do quarto traseiro); **C** da Ponta de Peito (músculo de sustentação do quarto dianteiro); **D** da Paleta (músculo de locomoção do quarto dianteiro); **E** do Lagarto (músculo de locomoção do quarto traseiro). **..... 70**

CAPÍTULO 4

Figura 1. Análise de Cluster com a Distância Euclidiana entre os grupos genéticos, Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis, para as variáveis relacionadas à composição das fibras musculares e qualidade da carne, a 5% de significância **..... 94**

CAPÍTULO 5

Figura 1. Exemplo de amostras de imagem antes (A) e após leitura (B), com todas as fibras musculares identificadas e analisadas, através do software *Image-Pro Plus* versão 6.0 **..... 118**

LISTA DE GRÁFICOS

Página

CAPÍTULO 5

Gráficos 1. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)** **..... 121**

Gráficos 2. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)** **..... 121**

Gráficos 3. *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) ...122**

Gráficos 4. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 124**

Gráficos 5. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)** **..... 124**

Gráficos 6. *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 124**

Gráficos 7. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) ... 126**

Gráficos 8. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)** **..... 126**

Gráficos 9. *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 126**

Gráficos 10. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 128**

Gráficos 11. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 128**

Gráficos 12. *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 128**

Gráficos 13. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de locomoção – cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 130**

Gráficos 14. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de locomoção - cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 131**

Gráficos 15. *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de locomoção - cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 131**

Gráficos 16. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 133**

Gráficos 17. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 133**

Gráficos 18. *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 134**

Gráficos 19. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de sustentação de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 136**

Gráficos 20. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de sustentação de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 136**

Gráficos 21. *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de sustentação de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 136**

Gráficos 22. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha dos músculos de sustentação de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 138**

Gráficos 23. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária dos músculos de sustentação de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) ... 138**

Gráficos 24. *p valor* da análise de fibra muscular branca dos músculos de sustentação de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 138**

Gráficos 25. *p valor* da análise de fibra muscular vermelha dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes do Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 143**

Gráficos 26. *p valor* da análise de fibra muscular intermediária dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes do Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 143**

Gráficos 27. *p valor* da análise de fibra muscular branca dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes do Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B) 143**

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção e o plano nutricional oferecido aos bovinos modificam consideravelmente aspectos relacionados à qualidade da carne, como a composição química e o perfil de ácidos graxos (Depetris e Santini, 2009). Cerca de 80% da carne produzida no Brasil é oriunda de animais *Bos taurus indicus* e seus cruzamentos, criados exclusivamente em pastagens (Ferraz e Felicio, 2010). Diversos resultados experimentais, incluindo o de French et al. (2000), demostraram um melhor perfil de ácidos graxos na carne quando os bovinos foram alimentados exclusivamente com gramíneas, uma vez que apresentam menores quantidades de ácidos graxos saturados, maiores tde insaturados e de ácido linoleico conjugado (CLA), além de uma melhor relação ω6:ω3 do que os animais alimentados com concentrados. Dessa forma, fica evidente que o sistema de terminação influenciará a composição química e consequentemente a qualidade da carne (Ladeira e Oliveira, 2006). Diante desse cenário, as características nutricionais da carne de bovinos terminados em pastejo devem ser exploradas como fatores de valorização da carne brasileira, que poderá explorar nichos específicos de mercado (Santos et al., 2015).

Além da constante preocupação em atender às demandas do mercado em relação a quantidade de produção, é necessária a adequação às pretensões dos consumidores nacionais, cada vez mais exigentes quanto a aspectos de qualidade tais como, maciez, sabor, quantidade e qualidade da gordura; e também dos importadores, no que se refere à padronização de cortes, segurança alimentar e características qualitativas, que podem ser determinantes na decisão de compra, abertura de novos mercados e na consolidação daqueles já existentes. Entretanto, a carne de origem zebuína no Brasil é considerada de qualidade inferior, pois, com o avanço da idade de abate, aumenta o número de ligações

cruzadas termo estáveis do colágeno dos músculos que leva ao aumento na dureza da carne. A carne do zebu é comprovadamente mais dura que a carne de bovinos de origem europeia e o resfriamento rápido, que normalmente ocorre nos frigoríficos nacionais, pode provocar encurtamento dos sarcômeros, que são as menores unidades contrácteis dos músculos durante o estabelecimento do *rigor mortis* e desta forma, aumentar a dureza da carne (Felício, 1995).

Uma carcaça de boa qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo, isto é, pelo menos 3 mm de espessura de gordura subcutânea (Cundiff et al., 1993). De acordo com Savell et al. (2005), um mínimo de 3% de gordura na carne é necessário para obtenção de boa palatabilidade. A utilização de cruzamentos entre raças de bovinos para a produção de carne de qualidade superior vem crescendo à medida que ocorre a expansão, intensificação e modernização dos sistemas de produção, buscando a redução da idade de abate, o aumento do ganho de peso e de musculosidade das carcaças com maior eficiência biológica e o incremento das propriedades funcionais (Pereira et al., 2009).

Segundo Miller (2001), o sexo dos animais tem grande influência no crescimento, afetando diretamente as características da carcaça e as características sensoriais da carne bovina, sendo que, utilização de fêmeas pode ser uma alternativa interessante na produção de carcaças bem acabadas. Uma vez que as principais diferenças da composição corporal são atribuídas à maior ou menor deposição de tecido adiposo, as fêmeas bovinas apresentam maior proporção de gordura no ganho de peso em relação a machos castrados, e estes, maior proporção em relação a machos não castrados (Véras et al., 2000). As fêmeas contribuem com grande parte do abate total, em 2019 representaram aproximadamente 40% do faturamento total referente ao abate de bovinos do país (ABIEC, 2020) e produzem carcaças e carne com características favoráveis aos padrões de qualidade, sensorial e nutricional, exigidos pelo mercado consumidor.

A determinação da qualidade da carne bovina é quase sempre realizada utilizando-se o músculo longissimus, que é um músculo do traseiro e de sustentação. Shackelford et al. (1995), ao avaliarem a correlação entre a maciez do longissimus com a maciez de outros músculos da carcaça, sugeriram que a indústria da carne deveria reavaliar o uso da maciez do longissimus como representativo para a maciez da carcaça. Assim, alguns pesquisadores, atualmente, utilizam outros músculos para avaliações, especialmente porque músculos de diversas partes do corpo do animal e com diferentes funções podem apresentar metabolismos distintos no tecido e, consequentemente composição e qualidade diferentes (Joo et al., 2013).

No que diz respeito à maioria dos ácidos graxos na carne, diferenças foram observadas entre os músculos *Triceps* e longissimus (Purchas et al., 2002), sendo que Raes et al. (2004) verificaram menor concentração de ácidos graxos saturados e maior de monoinsaturados, poli-insaturados e ω3 para o *Triceps*. Já Turk e Smith (2009), encontraram maiores quantidades de ácidos graxos monoinsaturados na Ponta de Peito e de saturados no flanco do animal (Fraldinha).

Outro fator que pode contribuir com diferenças de qualidade entre os diversos cortes cárneos é a sua composição quanto às fibras musculares, pois de acordo com o respectivo tipo de metabolismo, terá maior ou menor concentração lipídica, o que também poderá afetar a composição em ácidos graxos. Picard et al. (1998), relataram que músculos com maior quantidade de fibras glicolíticas contém menores quantidades de fosfolipídios. As menores quantidades de fosfolipídios podem influenciar negativamente a composição lipídica da carne, apresentando maiores quantidades de ácidos graxos saturados e monoinsaturados. Assim, a avaliação das fibras musculares pode contribuir para caracterizar um corte que associe características qualitativas positivas, como a maciez, e composição lipídica interessantes à saúde humana.

2. OBJETIVOS

- Avaliar os atributos de qualidade da carne, tipos e composição das fibras musculares de cortes cárneos oriundos de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos.

- Correlacionar os tipos de fibras musculares, maciez e composição em ácidos graxos, analisando as características qualitativas de cortes cárneos oriundos de fêmeas bovinas de diferentes composições genéticas.

3. HIPÓTESE

- A qualidade da carne, tipo e composição das fibras musculares se diferenciam entre os cortes cárneos e entre os grupos genéticos de fêmeas bovinas avaliadas no estudo.

- Há correlação entre às características de composição dos tipos de fibras musculares e atributos de qualidade, sensorial e nutricional, da carne de fêmeas bovinas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Bovinocultura de corte

A maior parte do território brasileiro está situada na região tropical e subtropical do globo terrestre. Em virtude desta localização, o Brasil apresenta alto potencial para a produção de forragens, pela elevada temperatura e alta luminosidade, sobretudo no

período de verão. No entanto, a desvantagem da região tropical é a sazonalidade, em que ocorre períodos de chuvas regulares e temperaturas elevadas, levando a alta produção de forragem, e períodos de ausência de chuvas e temperaturas mais amenas, resultando em baixa produção de forragem (Moreira et al., 2003).

A alta produção de forragem nos trópicos determina uma situação em que o número de bovinos abatidos para produção de carne é quase que exclusivamente a pasto. Os demais são terminados em confinamento, semiconfinamento ou, a minoria da produção, em pastagens de inverno (ANUALPEC, 2009). No ano de 2019, o total de bovinos terminados a pasto representou 86% do total produzido (ABIEC, 2020).

Restle et al. (1999) e Brondani et al. (2004), relatam que animais jovens são biologicamente mais eficientes, por isso é desejável reduzir a idade de abate em bovinos, pois convertem melhor o alimento em ganho de peso. Atualmente existe um crescente interesse mundial para definir e caracterizar a qualidade da carne produzida nos diferentes sistemas produtivos, por isso ao se reduzir a idade de abate, além de se obter uma melhor conversão alimentar dos animais, também haverá produção de carne com atributos mais interessantes ao mercado consumidor (Olmedo et al., 2011). Segundo Gottschall et al. (2009), a eficiência biológica animal pode variar de acordo com o peso, condição corporal, idade, sexo, potencial genético e qualidade nutricional da dieta.

4.2. Terminação de fêmeas

No ano de 2019 foram abatidos 43,3 milhões de bovinos no país. Houve crescimento de 12,2% no volume de carne bovina exportada, total de 2,49 milhões de toneladas equivalente carcaça, o que representa 23,7 % do total produzido, sendo então, destinado ao mercado interno 76,3% (8,01 milhões toneladas equivalente carcaça), resultando em um consumo per capita, aproximado, de 42 kg/ano. O número de abates e produção de carne ocorreu paralelamente à queda na área de pastagem para 162,53 milhões de hectares com um rebanho estimado em 213,68 milhões de cabeças (ABIEC, 2020). A média da participação de fêmeas no geral mantém-se em torno dos 40%, mas percebe-se um pequeno aumento gradativo no decorrer dos anos. O abate de fêmeas é

influenciado pelo ciclo da demanda de mercado. Atualmente, tem-se aumentado a procura por fêmeas jovens (novilhas), tendo valor pago na arroba maior que o preço pago por vaca (fêmeas mais velhas), devido a demanda de importações do país (ABIEC, 2019). Diante deste cenário é notável a necessidade de animais jovens, com carcaças bem acabadas e com boa qualidade de carne para suprir e atender às exigências do mercado.

O crescimento corporal de fêmeas bovinas diferencia-se principalmente dos machos devido a composição e distribuição do ganho de peso entre os tecidos. Novilhas atingem a maturidade mais cedo, comparadas aos machos e são mais precoces ao abate, no entanto, apresentam um menor peso de carcaça, em comparação aos bovinos (Berg e Butterfield, 1976). Quando fêmeas, machos não castrados e machos castrados são mantidos com dietas com mesmo teor de energia, a deposição de gordura nos machos não-castrados é atrasada, em virtude do desenvolvimento muscular mais prolongado, decorrente não só dos efeitos do nível mais elevado da testosterona, mas também de outros hormônios, que, segundo Lawrence e Fowler (2002), também têm efeito acentuado em outros tecidos.

4.3. Grupos genéticos x cruzamentos

Em quase sua totalidade, a carne produzida no Brasil é oriunda de animais da raça Nelore. A carne desses animais é considerada menos macia, em comparação à carne de animais europeus, isso devido, principalmente, à elevada idade de abate desses animais e também a diferenças no complexo enzimático calpaína e calpastatina que possuem maior atividade nos animais zebuínos (Wheller et al., 1990), sendo apontada como o principal fator para explicar as diferenças de maciez entre esses grupos genéticos.

Por esse motivo, a participação de genes de *Bos indicus* em cruzamentos têm sido crescentemente utilizados, em vista de uma considerável melhora na maciez da carne dos animais (Gomide et al., 2013). Portanto, o uso do cruzamento se torna uma ferramenta importante na melhoria da qualidade e no aumento da produtividade. No entanto, não existe raça bovina perfeita e explorar a heterose e a complementariedade

entre raças por meio dos cruzamentos é uma ótima possibilidade de aliar rusticidade, fertilidade e adaptabilidade dos zebuínos à precocidade, qualidade de carne e acabamento de carcaça das raças europeias. Contudo, é importante definir alguns conceitos associados à qualidade da carne.

4.4. Qualidade da carne bovina:

A qualidade da carne *in natura* pode ser definida de várias formas: uma delas é considerando-se as preferências do consumidor, que são determinadas principalmente pelas características de aparência, alimentares e segurança. A aparência engloba principalmente atributos de cor, quantidade de gordura e gotejamento da carne; as alimentares incluem maciez, sabor e suculência; e nas características de segurança são observados os aspectos sanitários, valor nutricional, bem-estar animal e ética (Joo et al., 2013). A qualidade da carne fresca também pode ser definida por outros fatores incluindo composição, nutrientes, substâncias exógenas (medicamentos, corantes, etc.), capacidade de retenção de água, dentre outras.

A cor da carne é a primeira característica observada pelo consumidor no momento da compra, sendo utilizada como indicação do frescor e integridade. Segundo MacDougall (1994), a cor da carne pode valorizá-la quando é observado um vermelho intenso, mas também depreciá-la quando apresenta coloração mais escura. O principal pigmento na carne associado com a cor é a mioglobina e a hemoglobina, o pigmento do sangue, é o segundo de maior importância (Gomide et al., 2013). Portanto, as diferenças de cor são devidas principalmente à concentração de mioglobina no músculo, sendo este conteúdo afetado por fatores como exercício e dieta do animal, além de fatores genéticos e ambientais. Sendo dependente principalmente da espécie, sexo, idade do animal e do tipo do músculo, ou seja, da sua função no animal e localização anatômica (Joo et al., 2013).

A coloração da carne também pode ser influenciada pelo pH da carne. Segundo Gomide et al. (2013), animais submetidos a condições ideais de criação e abate apresentam estoque normal de glicogênio após a sangria, resultando em pH final entre

5,4 e 5,8, sendo imprescindível para que a fase de *rigor mortis* ocorra e se estabeleça em tempo e condições ideais. Casos extremos de estresse podem resultar em duas situações – uma carne DFD (Dark, Firm and Dry – Escura, Firme e Seca) ou uma carne PSE (Pale, Soft and Exudative – Pálida, Mole e Exsudativa).

Além da afetar a cor da carne, alterações no pH também podem interferir na Capacidade de Retenção de Água (CRA). CRA também é uma característica muito importante, pois pode influenciar tanto na qualidade da carne destinada ao consumo direto, quanto a destinada para o processamento. Esta característica pode ser definida como a capacidade da carne reter água mediante a aplicação de forças externas, como cocção, corte, prensagem, centrifugação e trituração (Gomide et al., 2013). Os autores ainda estimam que a queda do pH muscular responde por cerca de 33% da perda de CRA *post mortem* e que 67% dessa perda se deva a alterações relacionadas com o estabelecimento do *rigor mortis* (queda na concentração muscular de ATP). Devido a isso que, diferenças em CRA da carne de animais da mesma espécie podem ser relacionadas pelas diferenças de pH.

A maciez é um atributo da textura que, juntamente com a cor, constitui um fator extremamente importante para julgar a qualidade da carne (Gomide et al., 2013). Pode-se dizer que se a cor é o fator que vai determinar a decisão na hora da compra do produto pelo consumidor, a maciez é o fator que irá fidelizar o consumo e preferência por ele.

Os autores citados acima (Gomide et al., 2013), afirmaram que a maciez também se relaciona com a suculência da carne cozida, tratando-se da sensação de umidade ao mastigar, ocasionada pela rápida liberação de líquido da carne e mantida devido à gordura, que estimula a salivação. Portanto, pode-se assumir que a cocção impacta diretamente na suculência e por consequência, na maciez. Podendo-se assim, relacionar duas análises de qualidade física da carne que são a Perda de Peso por Cocção (PPC) e a Força de Cisalhamento (FC). PPC, é a quantidade de água exsudada, perdida durante o cozimento ideal, 71 ^{0}C aproximadamente; já FC, mensura a dureza da carne de acordo com a quantidade em kg/f necessária para cortar/cisalhar a carne. Sendo assim, essas

medidas são inversamente, normalmente, proporcionais, pois considerando uma carne com condições ideais de *rigor mortis* e pH, quanto maior PPC, a carne ficará mais seca e resultará em maior dureza, necessitando de mais força para mastiga-la, ou seja, maior FC. Quanto menor PPC, a carne permanecerá mais suculenta, o que facilitará sua mastigação, resultando em menor FC.

A composição química também pode afetar a maciez devido à quantidade de água e gordura presentes na carne. Bovinos possui em sua composição química de 65 a 80% de água; 16 a 22% de proteína; 1,5 a 13% de gordura e aproximadamente 1% de cinzas (vitaminas e minerais) (Lawrie, 2005). Essa composição pode ser influenciada principalmente por fatores genéticos, alimentares, sexo, idade, condições de manejo e criação do animal, além do tipo e função do músculo analisado (Gomide et al., 2013).

Além desses, a maciez também pode ser afetada pela quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo, composição e estado contráctil das fibras musculares que varia em função do tipo e localização anatômica do músculo (Joo et al., 2013).

De acordo com McCormick (1994), dos elementos fibrosos do tecido conectivo, 95% são compostos pelo colágeno, enquanto os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas. Segundo Gomide et al. (2013), muitas das diferenças na maciez da carne estão associadas à idade do animal, localização do músculo, classe sexual e sistema de criação, e resultam da diferença na quantidade de tecido conectivo. Sua principal contribuição à dureza da carne diz respeito à quantidade e estabilidade das ligações químicas entre as fibras de colágeno, ligações cruzadas, que são responsáveis pela relativa insolubilidade e resistência do tecido conectivo, acredita-se que o colágeno seja responsável por, aproximadamente, 10 a 15% da dureza da carne. Os músculos que requerem maior sustentação ou força física, membros dianteiros por exemplo, são ricos em colágeno, e se apresentam mais estruturados. Portanto, o conteúdo total de colágeno torna-se um importante fator nas diferenças de maciez observadas entre músculos de um mesmo animal.

Outro componente químico da carne que deve ser analisado cuidadosamente é o colesterol. Têm-se recomendado a diminuição da ingestão de gordura e colesterol por humanos como medidas importantes para prevenir a obesidade, hipercolesterolemia e doenças cardiovasculares (Chizzolini et al., 1999). Curiosamente, o conteúdo de colesterol da carne é semelhante entre as espécies (carne bovina, 73; carne suína, 79; carne de cordeiro, 85; frango, 76; e peru, 83 mg /100 g) e pode, portanto, ser usada no lugar de carnes brancas para reduzir os níveis de colesterol no soro em hipercolesterolêmicos (Daley et al., 2010).

Além disso, outros aspectos como a quantidade de gordura e a sua composição em ácidos graxos, principalmente, os poli-insaturados, o ácido linoleico conjugado (CLA) e a relação ω6:ω3 também estão em evidência. Os AG podem modificar a textura da gordura e tempo de prateleira dos cortes (oxidação da cor e dos lipídeos), sabor e aroma (Wood et al., 2003). Os autores ainda citaram que a quantidade e a composição da gordura dos alimentos são alvos de preocupação na alimentação humana, uma vez que ácidos graxos saturados são relacionados ao desenvolvimento de doenças do coração e câncer.

Forragens são particularmente ricas nos AG precursores de CLA (linoleico e alfa-linolênico), ruminantes criados em sistemas extensivos tendem a ter 2-3 vezes mais CLA na gordura depositada, do que aqueles criados em confinamento (Rule et al., 2002; French et al., 2000). A carne de bovinos criados a pasto, como é o caso do Brasil, apresenta perfil de ácidos graxos melhor, o que deve ser explorado pela indústria exportadora, mediante o marketing diferenciado e o selo que proporciona o valor agregado ao produto, o qual vai trazer benefícios aos exportadores e produtores tradicionais. A qualidade da gordura e sua composição em ácidos graxos também diferem entre os locais de deposição ao longo da carcaça bovina (Turk e Smith, 2009). Segundo esses autores, a indústria poderia utilizar esse conhecimento para esclarecer ao consumidor e agregar a qualidade nutricional dos produtos cárneos comercializados. Portanto, a composição em ácidos graxos pode ser distinta nos diferentes músculos

bovinos, pois a quantidade de tecido conjuntivo, fibras musculares e outros componentes, assim como o metabolismo, varia entre eles.

4.5. Fibras musculares

Os músculos são formados principalmente por fibras musculares, sendo que estas são caracterizadas morfologicamente por propriedades contráteis e metabólicas. Dentre as características morfológicas, o número e área transversal são os principais fatores determinantes da massa muscular. Já nas propriedades contráteis e metabólicas os músculos são diferenciados pelos tipos de fibras musculares (Joo et al., 2013).

Segundo Astruc (2014)**,** as fibras musculares respondem por até 90% do volume muscular. O músculo de mamíferos adultos tem quatro tipos de fibras musculares, chamadas de tipo I, tipo IIA, tipo IIX e tipo IIB, que variam em termos de metabolismo muscular e velocidade contrátil. Os músculos geralmente compreendem várias proporções de cada tipo de fibra muscular, dependendo de sua função. As mudanças *post-mortem* e as que ocorrem durante os processos de transformação também variam de acordo com a composição do tipo de fibra muscular, afetando a carne e a qualidade do produto cárneo. Essas fibras híbridas são fibras cujas propriedades estão em processo de mudança de um tipo puro para outro tipo, impulsionadas por uma mudança na idade, nutrição, níveis de atividade física ou exposição a estresse prolongado. A modificação de tipo sempre segue a ordem I.I – IIA.IIA.IIA – IIX.IIX.IIX – IIB.IIB e vice-versa, se for o caso. Tipo I: as fibras são densas com lipídeos, mitocôndrias e mioglobina; são as fibras de menor tamanho. Tipo II A: têm alta atividade ATPase da miosina, podem usar metabolismo oxidativo e glicolítico e são densas com mitocôndrias e mioglobina; são solicitadas para atividades de movimento rápido, mas são menos resistentes à fadiga do que o tipo I. Tipo II B e II X: têm alta atividade ATPase da miosina e são pobres em mioglobina e mitocôndrias; são as fibras de maior tamanho. A velocidade contrátil e a proporção do metabolismo glicolítico aumentam, portanto, na ordem I → IIA → IIB.

Em geral, de acordo com Gomide et al. (2013), o tipo de fibra predominante na musculatura dos animais tem influência direta sobre as características de qualidade da

carne, afetando a textura, força de cisalhamento, coloração, suculência, pH e rendimento de carne (Aberle et al., 2001), pois estão relacionados a fatores como estado de contração do músculo, degradação das miofibrilas, gordura intramuscular e diâmetro das fibras musculares. Isto afeta direta e indiretamente a maciez da carne (Sainz, 1996).

Os diferentes tipos de músculos do corpo do animal variam em percentual de fibras brancas, vermelhas e intermediárias. De acordo com Kirchofer et al. (2002), músculos que executam longos períodos de atividade física e tem curto período de descanso possuem altas quantidades de fibras vermelhas, sendo que essas necessitam de muito oxigênio para seu metabolismo. Contrariamente, aqueles músculos que executam movimentos ou contrações rápidas, necessitam de um período de descanso maior. Esses músculos são ricos em fibras brancas, que por dependerem de um metabolismo anaeróbio para obter energia, necessitam de mais glicogênio muscular, possibilitando a obtenção mais rápida de energia e, portanto, a contração mais rápida, comparado aos músculos com mais fibras vermelhas.

Astruc (2014), afirmou que bovinos, ovinos, equinos e patos, espécies que têm músculos potencialmente oxidativos, possuem composição majoritariamente de fibras do tipo I e IIA, oxidativas e intermediárias, e que a porcentagem geral desses dois tipos de fibras, corresponde a 55% de composição total. West et al. (1974), obtiveram em fêmeas de vários grupos genéticos, abatidas aos 450 kg, composição média de 34,1% de fibras tipo I e IIA e 65,9% do tipo IIB no Lagarto; e 49,5% x 50,5%, respectivamente, no Contrafilé. Listrat et al. (2016), relataram total de 52% de fibras do tipo IIB e 48% dos tipos I e IIA no Contrafilé de bovinos. Ferrari (2016), citou que há uma disparidade de resultados na literatura, devido à dificuldade em diferenciar fibras vermelhas, tipo I, e fibras intermediárias, tipo IIA.

Portando, diante do aqui exposto, se faz necessário o estudo para a obtenção de informações e conhecimento de como o sistema de cruzamento, utilizando fêmeas bovinas, interfere e se correlaciona com as características da carcaça, maciez e composição das fibras musculares em diferentes cortes cárneos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E. D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of meat science**. 4th edition. New York: Kendall Hunt Publishing Company, 354p. 2001.

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, 2019. Disponível em: http://www.abiec.com.br/download/Release%20fechamento%202019_OK.pdf. Acessado em: 13 de janeiro de 2020.

ABIEC. BeefREPORT Perfil da Pecuária no Brasil 2020. https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%C3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf. Acessado em: 21 de novembro de 2020.

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de Bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p. 1791-1800, 2010.

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo: **ANUALPEC**, 2009. 360p.

ASTRUC, T. Muscle Fiber Types and Meat Quality – Revision. **Encyclopedia of Meat Sciences**, v. 2, p. 442-448, 2014.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 240 pgs., 1976.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; ROSA, J. R. P.; SANTOS, C. V. M.; FERNANDES, M. S.; GARAGORRY, F. C.; HECK, I. Desempenho de Bovinos Jovens das Raças Aberdeen Angus e Hereford, Confinados e Alimentados com Dois Níveis de Energia. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.2308-2317, 2004.

CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M., GREGORY, K.E., CROUSE J.D., DIKEMAN, M.E. Characteristics of diverse breeds in Cycle IV of the cattle germoplasm evaluation program. **Beef Research-Progress Report**. No. 4, 71:63. 1993.

CHIZZOLINI, R.; ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; GHIDINI, S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, n. 5-4, p. 119-128, 1999.

DALEY, C. A.; ABOTT, A.; DOYLE, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**. 9:10, p. 1-12, 2010.

DEPETRIS, G.; SANTINI, F.J. **Sistemas de alimentación y su impacto sobre las características químicas y organolépticas de la carne en bovinos**. Estación

Experimental Agropecuaria Balcare - Grupo de nutrición, metabolismo y calidad de producto, 2009.

FELÍCIO, P.E. Sistemas de qualidade assegurada na cadeia da carne bovina: a experiência brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 1995 Campinas. **Carne:** Qualidade e segurança para os consumidores do novo milênio. Campinas: CTC/ITAL, 1995. p.342-355.

FERRARI, A. C. **Qualidade da carne de bovinos recriados em pastagens associada a suplementação e terminação a pasto ou no confinamento**. 2016. 90p. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal/SP. 90p. 2016.

FERRAZ, J. B. S. & FELICIO, P. E. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v.84, p. 238-243, 2010.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G. MONAHAN, F.J. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, v.56, p.173-180, 2000.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne - Fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

GOTTSCHALL, C. S.; CANELLAS, L. C.; MARQUES, P. R.; BITTENCOURT, H. R. Relações entre idade, peso, ganho médio diário e tempo médio de permanência de novilhos de corte confinados para abate aos 15 ou 27 meses de idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.717-726, 2009.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, H. W.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p.828-836, 2013.

KIRCHOFER, K. S.; CALKINS, C. B.; GWARTNEY, B. L. Fiber type composition of muscles of the beef chuck and round. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80 n. 11, p. 2872-2878, 2002.

LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA MELHORIA DA CARCAÇA BOVINA. IN: II SIMBOI - Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte, 2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** [online]. Brasilia: 2006. p. 13. Disponível em: http://www.nucleoestudo.ufla.br/nepec/new/download/Ladeira8.pdf.

LAWRENCE T.L.J.; FOWLER V.R. **Growth of Farm Animals 2th Edition**. CAB International Publishing. Wallingford, UK. 368 p. 2020.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne.** 6º edição. Porto Alegre: Artmed, 384 p. 2005.

LISTRAT, A.; LEBRET, B.; LOUVEAU, I.; ASTRUC, T.; BONNET, M.; LEFAUCHEUR, L.; PICARD, B.; BUGEON, J. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality – Review Article. **The Scientific World Journal**, v.2016, p.1-14, 2016.

MACDOUGALL, D.B., Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. (ed) – **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series**, vol.9, Black Academic & Professional, cap.2, p.34–78, 1994.

McCORMICK, R.J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, v.36, p. 79-91, 1994.

MILLER, R. K. Perspectivas da bovinocultura de corte no Brasil. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECMOLOGIA DE CARNES, Campinas. **Carne: Qualidade e segurança para os consumidores de novo milênio**. Campinas: CTC/ITAL, 2001. p.123-142.

MOREIRA, F.B. et al. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. **Acta Scient. Animal Science**, v.25, n.1, p.185-191, 2003.

OLMEDO, D. O.; BARCELLOS, J. O. J.; CANELLAS, L. C.; VELHO, M. M. S.; PANIAGUA, P.; HORITÁ, I.; TAROUCO, J.U. Desempenho e características da carcaça de novilhos terminados em pastejo rotacionado ou em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 348-355, 2011.

PEREIRA, P. M. R. C.; PINTO, M. F.; ABREU, U. G. P.; LARA, J. A. F. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p. 152-1527, 2009.

PICARD, B.; DURIS, M.P.; JUNE, C. Classification of bovine muscle fibres by different histochemical techniques. **Histochemical Journal**, v.30, p.473-479, 1998.

PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.3211-3221, 2002.

RAES, K.; HAAK, L.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E.; DEMEYER, D.; DE SMET, S. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian Blue young bulls. **Meat Science**, v. 66, p. 307-315, 2004.

RESTLE, J; VAZ, F.N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p.141-198.

RULE, D. C.; BROUGHTON, K. S.; SHELLITO, S. M.; MAIORANO, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, cattle, elk and chicken. **Journal Animal Science**, v.80, p.1202-11, 2002.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 1996.

SANTOS, M. S. dos; NOGUEIRA, H. C.; FERREIRA, R. R.; SANTOS, P. B. dos; LEÃO, E. de S.; OLIVEIRA, A. P. de; SANTANA JÚNIOR, H. A. de. Qualidade da carne de bovinos terminados em pastejo. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia**, UNIPAR, Umuarama, v.18, n.2, p. 109-114, 2015.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, Amsterdam, v. 70, n. 3, p. 449-459, 2005.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from Bos indicus and Bos taurus cattle. **J. Anim. Sci.** v.73, p.3333-3340, 1995.

TURK, S. N.; SMITH, S. B. Carcass fatty acid mapping. **Meat Science**, Champaign, v. 81, n.4, p. 658-663, 2009.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira Zootecnia,** v.30, n.3, p.1120- 1126, 2000.

WEST, R. L. Red to white fiber ratios as an index of double Muscling in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.38, n.5, p.1165 – 175, 1974.

WHEELER, T.L., SAVELL, J.W., CROSS, H.R. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **J. Anim. Sci.** v.68. n.12, p.4206-20, 1990.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Champaign, v.66, p.21-32, 2003.

CAPÍTULO 2 - QUALIDADE DA CARNE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS CRIADAS EM PASTAGEM

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos de qualidade da carne de cinco diferentes cortes cárneos oriundos de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos (GG) distintos. Foram utilizadas 32 fêmeas contemporâneas, criadas e terminadas a pasto, sendo 16 puras da raça Nelore e 16 cruzadas ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis. Os animais foram pesados mensalmente e quando o peso corporal médio atingiu 450 kg, foram submetidas a jejum por 16 horas abatidos em frigorífico comercial, seguindo os procedimentos padrões e de acordo com o Serviço de Inspeção do Estado de São Paulo (SISP). Foram realizadas análises de pH, cor, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento, composição química centesimal, colágeno, colesterol e perfil de ácidos graxos em amostras de 5 diferentes cortes: Contrafilé, Picanha, Lagarto, Paleta e Ponta de Peito. Para a análise estatística dos resultados, foi considerado um delineamento inteiramente casualizado (16 repetições em esquema fatorial 2 x 5), sendo os resultados analisados pelo programa estatístico SAS. Houve diferença significativa ($p<0,05$) para grande parte das análises realizadas tanto quando comparado os GG, quanto os cortes em si. Houve interação significativa entre os GG e os cortes para a*, PPC, umidade, colesterol e boa parte da composição de ácidos graxos identificados. Os dois grupos genéticos, de forma geral, apresentaram bons resultados para os atributos de qualidade de carne avaliados, dentro do padrão conhecido para fêmeas bovinas. A Picanha, apresentou melhor resultado no geral das avaliações, podendo então, ser considerado como uma ótima opção para atender os requisitos sensoriais e nutricionais tão almejados pelos consumidores de carne bovina.

Palavras- chave: abate de fêmeas, bovinocultura de corte, ciência da carne, produção animal, terminação a pasto

MEAT QUALITY OF DIFFERENT CUTS FROM CONTEMPORARY NELLORE AND NELLORE + SANTA GERTRUDIS FEMALES RAISED ON PASTURE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the meat quality attributes of five different meat cuts from bovine females belonging to two distinct genetic groups (GG). 32 contemporary females were used, raised and finished on pasture, 16 purebred Nellore and 16 crossed ½ Nellore + ½ Santa Gertrudis. Animals were monthly weighed and when the average body weight reached 450 kg, they were fasted for 16 hours and slaughtered in a commercial plant, following standard procedures according to the Inspection Service of the State of São Paulo (SISP). Analysis of pH, color, water retention capacity, cooking losses (CL), shear force, chemical composition, collagen, cholesterol and fatty acid profile were performed on samples of 5 different cuts. For the data statistical analysis, a completely randomized design (16 repetitions in a 2 x 5 factorial scheme) was considered, being the results analyzed by the SAS statistical program. There was a significant difference ($p < 0.05$) for most of the analyzes carried out both when comparing the GG and the cuts themselves. There was a significant interaction between GG and cuts for a*, CL, moisture, cholesterol and a lot of the fatty acid profile identified. Both genetic groups, in general, presented good results for the meat quality attributes evaluated, within the standard known for bovine females. The sirloin (rump cap), showed the best result in the overall evaluation, and can then be considered as a great option to meet the sensory and nutritional requirements so desired by beef consumers.

Keywords: slaughtering females**,** beef cattle, meat science, animal production, pasture finishing

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 80% da carne produzida no Brasil é oriunda de animais *Bos taurus indicus* e seus cruzamentos, criados exclusivamente em pastagens (Ferraz e Felicio, 2010). O sistema de produção e o plano nutricional oferecido aos bovinos modificam consideravelmente aspectos relacionados à qualidade da carne, como a composição química e o perfil de ácidos graxos (Depetris e Santini, 2009).

A utilização de fêmeas pode ser uma alternativa interessante na produção de carcaças bem acabadas. Uma vez que as principais diferenças da composição corporal são atribuídas à maior ou menor deposição de tecido adiposo, as fêmeas bovinas apresentam maior proporção de gordura no ganho de peso em relação a machos castrados, e estes, maior proporção em relação a machos não castrados (Véras et al., 2000). Devido a redução das áreas destinadas à pecuária pela expansão de culturas agrícolas, o abate de fêmeas se torna uma importante alternativa para atender à demanda interna e externa de carne (Rodrigues et al., 2015).

A determinação da qualidade da carne bovina é quase sempre realizada utilizando-se o longissimus, que é um músculo do traseiro e de sustentação. No entanto, alguns pesquisadores, utilizam outros músculos para avaliações, especialmente porque músculos de diversas partes do corpo do animal e com diferentes funções podem apresentar metabolismos distintos no tecido e, consequentemente, composição e qualidade diferentes (Joo et al., 2013).

A utilização de cruzamentos entre raças de bovinos para a produção de carne de qualidade superior vem crescendo à medida que ocorre a expansão, intensificação e modernização dos sistemas de produção, buscando a redução da idade de abate, o aumento do ganho de peso e de musculosidade das carcaças com maior eficiência biológica e o incremento das propriedades funcionais (Pereira et al., 2009). Portanto, o

uso do cruzamento se torna uma ferramenta importante na melhoria da qualidade e no aumento da produtividade.

A qualidade da carne *in natura* pode ser definida de várias formas: considerando as preferências do consumidor, que é determinada principalmente pelas características de aparência, alimentares e de segurança. A aparência engloba principalmente atributos de cor, quantidade de gordura e gotejamento da carne; as características alimentares incluem maciez, sabor e suculência; e nas características de segurança são observados os aspectos sanitários, valor nutricional, bem-estar animal e ética (Joo et al., 2013).

Outros aspectos também são relevantes na avaliação da qualidade, como a preocupação com a qualidade nutricional, considerando o percentual de gordura e sua composição em ácidos graxos, principalmente, poli-insaturados e ácido linoléico conjugado (CLA). A gordura da carne dos ruminantes apresenta maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação poli-insaturados:saturados em comparação à carne de não ruminantes, principalmente em virtude do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos não-saturados no rúmen pela ação de microrganismos (French et al., 2000).

Portanto, faz-se necessário o estudo para a obtenção de informações e maior conhecimento de como o sistema de cruzamento, utilizando-se fêmeas bovinas, interfere na qualidade da carne em diferentes cortes comerciais.

2. OBJETIVOS

Avaliar os atributos de qualidade da carne referentes à maciez, composição química e características dos ácidos graxos de cinco cortes cárneos oriundos de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP e na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento, da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de São José do Rio Preto do Instituto de Zootecnia do Estado de são Paulo, em São José do Rio Preto, SP, Brasil.

3.2. Animais, abate e avaliações

Foram utilizadas 32 fêmeas bovinas com idade média aproximada de 24 meses, sendo 16 da raça Nelore e 16 cruzadas ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis. Criadas exclusivamente em pastagens de braquiárias (*Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, seguindo os procedimentos padrões e de acordo com o Serviço de Inspeção do Estado de São Paulo (SISP) quando o peso corporal médio das fêmeas Nelore atingiu 450 kg. Após 24 horas de resfriamento, as carcaças foram pesadas, cada meia-carcaça esquerda foi seccionada em quarto traseiro, dianteiro e ponta- de- agulha, desossados e divididos em cortes secundários (comerciais), conforme os procedimentos realizados pelo frigorífico.

3.3. Análises de qualidade da carne

Durante a desossa no frigorífico, foram retirados, embalados a vácuo e congelados à -20 °C os seguintes cortes cárneos comerciais da meia-carcaça esquerda: *Biceps femoris* (Picanha), *Longissimus* (Contrafilé), *Semitendinosus* (Lagarto), *Superficial pectoral* (Ponta de Peito) e *Triceps brachii* (Paleta). O Contrafilé foi considerado como o corte padrão, por ser o músculo com maior quantidade de resultados disponíveis na literatura; foram retirados dois músculos de locomoção, um do dianteiro (Paleta) e um do

traseiro (Lagarto); e dois músculos de sustentação, um do dianteiro (Ponta de Peito) e um do traseiro (Picanha). Todos os músculos foram separados ao meio e de ambos os lados retirados bifes de 2,54 cm de espessura, identificados, embalados a vácuo individualmente e novamente congelados. Os bifes foram descongelados a 10 °C em estufa BOD e foram analisados o pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, composição química, colesterol, colágeno e perfil de ácidos graxos da carne.

O pH foi avaliado com o auxílio de peagômetro digital, da marca Testo® modelo 230. Na mesma amostra, foi avaliada a cor da carne e da gordura, pelo sistema CIE *L*a*b**, de acordo com Houben et al. (2000), com o auxílio de um colorímetro portátil, modelo HunterLab MiniScan EZ 4500L (HunterLab, Reston, VA, EUA), utilizando um iluminante D65, com ângulo de observação de 10º e abertura do obturador de 10 mm, previamente calibrado com os padrões preto e branco, conforme a recomendação do fabricante. As leituras foram realizadas em três pontos distintos de cada amostra, avaliando-se a luminosidade (*L**), intensidade da cor vermelha (*a**) e intensidade da cor amarela (*b**) e o valor final da cor foi considerado como a média das três leituras. Para a determinação dessas variáveis, foi realizado um corte transversal ao músculo, trinta minutos antes das avaliações, conforme descrito por Abularach et al. (1998), para exposição da mioglobina ao oxigênio. Após as avaliações de coloração de cada bife, foi retirada uma amostra de aproximadamente 2,0 g para determinação da capacidade de retenção de água, obtida pela diferença entre os pesos da amostra antes e depois de submetida a uma pressão de 10 kg durante cinco minutos, conforme descrito por Hamm (1986).

A análise de perda de peso por cocção foi feita segundo a metodologia pela AMSA (2005). As amostras utilizadas na análise de cor, foram pesadas para determinação do peso inicial (balança semi-analítica modelo BL 320H, Shimadzu do Brasil Comercio Ltda, São Paulo, SP, Brasil). Foi inserido um termopar digital (modelo FE Mux, - Flyever Indústria Comércio Equipamentos Eletrônicos, São Carlos, SP, Brasil) no centro geométrico de cada amostra e assadas em forno elétrico a 170 °C (Wictory – Forno

combinado, modelo WCPR, Caxias do Sul, RS, Brasil) até atingir 71°C, sendo viradas quando a temperatura interna atingiu 35 °C. Ao atingir a temperatura final, as amostras foram retiradas do forno e mantidas em temperatura ambiente controlada a 22 °C até resfriarem e, em seguida, pesadas novamente para determinar o peso final. Os pesos dos bifes, antes e depois da cocção, foram utilizados para calcular as perdas, segundo a metodologia descrita por Honikel (1998). Após realizada a análise de perdas, as amostras foram envolvidas em filme plástico e colocadas em geladeira por 12 h em temperatura controlada entre 5 – 7 °C. Na sequência, foram retirados seis cilindros, com auxílio de um vazador, para determinação da força necessária para cortar transversalmente cada amostra, medida por texturômetro (Texture Analyzer Brookfield, modelo CT325K, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, MA, EUA) com lâmina Warner Bratzler de 1,016 mm de espessura, de acordo com metodologia proposta por Wheeler et al. (2002). Foi calculada a média da força de corte dos seis cilindros para representar a força de cisalhamento de cada amostra.

Para a avaliação da composição química da carne, bifes dos cinco músculos foram picados e pesados em placas de *petri,* previamente taradas, e, após processo de liofilização por 72 horas, foi obtido a matéria seca. Com este material seco foi possível então analisar as amostras quanto às concentrações de lipídeo, proteína e minerais, segundo AOAC (1995).

O conteúdo de colesterol foi determinado por colorimetria, segundo metodologia desenvolvida por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1995). Os lipídeos totais foram medidos pela extração de amostras de 10 g de cada um dos músculos com 200 mL de clorofórmio:etanol (2:1). Do extrato, foram tomados 5 mL e secos sob N_2, onde posteriormente serão adicionados 10 mL de KOH 12%, em etanol 90%. A solução foi colocada em banho-maria a 80 °C, com agitação por 15 minutos. Ao final, foram adicionados 5 mL de água e, após resfriamento, adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vórtex. Após a separação das fases, foram tomados 10 mL de hexano e secos sob N_2. Finalmente, foram adicionados 6 mL de ácido acético saturado com sulfato

ferroso e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após resfriamento, foi realizada a leitura em espectrofotômetro, com leitura visível a 538 nm.

O colágeno e suas frações foram quantificados pela determinação do aminoácido hidroxiprolina, segundo metodologia proposta por Woessner Junior (1961), e modificada no Laboratório de Bioquímica das Proteínas do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, Unesp - Campus Botucatu, SP. Foram utilizadas amostras de cinco gramas de carne congelada, colocadas em tubos plásticos com 20 ml de água destilada e submetida a banho-maria por duas horas a 80 °C. As amostras foram homogeneizadas por um minuto em Ultra-turrax a 22.000 rpm e, então, centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos, em temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado e adicionaram-se 30 ml de 6 N HCl e ao sedimento foram adicionados 50 ml de 6 N HCl. As amostras foram hidrolizadas em autoclave por quatro horas a 120 °C e 1 atm (Cross et al., 1973). Após a hidrólise, as amostras sofreram diluições e tiveram o pH ajustado para pH 6,0 com solução 2N NaOH. Foram transferidos, para dois tubos de ensaio 2 ml da fração do sobrenadante e sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos, foi adicionado 1 ml de tampão Cloramina-T e, após repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, foi adicionado 1,0 ml de reagente de cor em cada tubo. As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60 °C. Após o resfriamento, foi feita leitura das amostras em espectofotômetro no comprimento de onda de 560 nm. Os valores de colágeno total, insolúvel e termossolúvel foram calculados por meio das seguintes equações:

$$\%\ Colágeno\ no\ sedimento = \frac{\text{absorbância x F}* \text{ x 250 x 100 x 7,14}** \text{ x } 10^6 \text{ x}}{\text{10 x 2 x peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\%\ Colágeno\ no\ sobrenadante = \frac{\text{absorbância x F}* \text{ x 100 x 50 x 7,14}** \text{ x } 10^6 \text{ x}}{\text{10 x 2 x peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\%\ \text{Colágeno total} = \%\ \text{Colágeno no sedimento} + \%\ \text{Colágeno no sobrenadante}$$

$$\%\ \text{Colágeno termossolúvel} = \frac{\%\ \text{Colágeno no sobrenadante x 100}}{\%\ \text{Colágeno total}}$$

*F assume o valor de 8,33 referente à média dos valores de absorbância equivalentes a 1µg de hidroxiprolina obtidos da curva padrão construída seguindo o mesmo procedimento realizado com as amostras;

**7,14 fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno, levando em consideração que o conteúdo desse aminoácido no colágeno é de 14%.

Para a determinação da composição em ácidos graxos, foram utilizados bifes dos cinco músculos, liofilizados e moídos com nitrogênio líquido.

O perfil de ácidos graxos da carne foi determinado pelo método de extração de Folch et al. (1957). Foi utilizada uma amostra de 2,5 g, do centro de cada músculo. Os lipídeos foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol 2:1. Em seguida, os lipídeos foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5% e centrifugação por 20 min a 2400 rpm. Os lipídeos isolados foram transferidos para um tubo de ensaio e secos com nitrogênio (N_2) em bloco digestor a 50 °C.

A gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos foram formados, de acordo com Kramer et al. (1997). Foi utilizado o padrão interno 23:0 (tricosanóico), seco com N_2 para leitura em cromatógrafo gasoso. O padrão interno foi utilizado a fim de corrigir as perdas durante o processo de metilação dos ácidos graxos. Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (GC-2010 Plus - Shimadzu, auto-injetor AOC 20i), usando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). Durante o processo de identificação foram utilizados os seguintes padrões: standard 4:0-24:0 de ácidos graxos (F.A.M.E. mix Sigma®), 8:0-28:0 (F.A.M.E. mix Sigma®), ácido vacênico 18:1 *trans*-11 (V038-1G, Sigma®), 18 CLA:2 *trans*-10, *cis*-12 (UC-61M 100mg), CLA e 18:2 *cis*9, *trans*-11 (UC-60M 100mg), (NU-CHEK-PREP EUA ®) para a identificação dos ácidos graxos que foram formados durante a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados.

Com o percentual de cada um dos ácidos graxos entre 10 e 20 carbonos, foram calculados os ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados, poli-insaturados, linoleico conjugado, ω6 e ω3; foram também calculadas as relações

insaturados:saturados, monoinsaturados:saturados, poli-insturados:saturados, além da relação ω6:ω3.

Os ácidos graxos foram classificados de acordo com a sua funcionalidade, conforme descrito por Bessa (1999):

- Hipocolesterolêmicos (18:1ω9 + 18:2ω6 + 18:2c9t11 + 18:3ω6 + 18:3ω3 + 20:3ω6 + 20:4ω6 + 20:5ω3 + 22:4ω6 + 22:6ω6);

- Hipercolesterolêmicos (12:0 + 14:0 + 14:1 + 16:0 + 16:1);

- Neutros (10:0 + 18:0);

- Residuais (15:0 + 17:0 + 17:1 + 18:1ω7 + 20:2ω9 + 20:2 + 24:1ω9).

Foram obtidos alguns índices descritos por Ulbrich e Southage (1991):

- Trombogenicidade ((14:0 + 16:0 + 18:0)/{(0,5 x ΣAGMI) + (0,5 x Σω6) + (3 x Σω3) + (Σω3/Σω6)});

- Aterogenicidade ({(12:0 + (4 x 14:0) + 16:0}/(ΣAGMI + Σω6 + Σω3)).

Outros índices também foram calculados, conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997):

- Atividade das enzimas elongase (100 x (18:0 + 18:1 cis 9)/(16:0 + 16:1 cis 9 + 18:0 + 18:1 cis 9));

- Δ9 dessaturase 16 (100 x (16:1 cis 9/16:0+16:1 cis 9));

- Δ9 dessaturase 18 (100 x (18:1 cis 9/18:0+18:1 cis 9)).

3.4. Análises estatísticas

Para todos os resultados obtidos, foi testada a normalidade de distribuição das variâncias pelo teste de Cramer-von Mises (SAS, 2001), com 5% de probabilidade. Para a análise estatística dos resultados, foi considerado um delineamento inteiramente casualizado, com dezesseis repetições, em esquema fatorial com dois grupos genéticos (Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis) e cinco músculos (*Biceps femoris, Longissimus*, *Semitendinosus*, *Superficial pectoral* e *Triceps brachii*), sendo os resultados analisados pelo programa estatístico SAS® (SAS, Institute INC, Cary, NC), considerando-se o peso de abate dos animais como covariável. Foram avaliadas as interações entre os fatores e feitos os desdobramentos para aquelas que foram significativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir foram obtidos a partir da terminação a pasto de 32 fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos distintos, Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis. Após o abate foram analisados cinco cortes cárneos de cada animal, sendo eles o Contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha e Ponta de Peito.

4.1. Qualidade físico-química da carne:

Em relação ao grupo genético, foram encontradas diferenças significativas para as variáveis referentes à cor da carne (*L**, P= 0,0004; *a**, P= 0,0108; *b**, P= 0,0011), perdas por cozimento (P<0,0001), % de umidade e lipídeo (P= 0,0019 e P= 0,0035, respectivamente) e para colágeno solúvel (P= 0,0376) e termossolúvel (P= 0,0003) (Tabela 1). Os animais do grupo com genética cruzada, apresentaram melhores resultados quanto a maciez da carne, menor perda por cozimento e menor força de cisalhamento. No entanto, apresentaram maior percentual de gordura em sua composição (extrato etéreo) e, consequentemente, maior taxa de colesterol.

Quanto aos cortes, foram observadas diferenças significativas na maioria das variáveis (P<0,0001) (Tabela 1). Tais resultados já eram esperados pela diferença da localização e/ou utilização muscular entre eles, como a diferença entre a região dianteira e traseira da carcaça e entre músculos de sustentação, com menor atividade muscular, e músculos de locomoção, de maior esforço físico, por exemplo. No entanto, não foram observadas diferenças para as variáveis referentes a cor da gordura, *L** e *b** (0,0868 e 0,4521, respectivamente), e para a fração de colágeno solúvel (0,0812).

Tabela 1 – Qualidade de cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Pic – Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Característica[1]	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lag	Paleta	Pic	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Cor da carne												
L*	33,8	35,2	0,2744	33,9 b	38,4a	33,2b	32,7b	34,3b	0,4339	0,0004	<0,0001	0,5755
a*	16,3	16,9	0,1610	15,4 b	17,6a	17,0a	15,3b	17,6a	0,2546	0,0108	<0,0001	0,2803
b*	12,3	13,2	0,1986	11,8 c	14,8a	12,5bc	11,7c	13,1b	0,3140	0,0011	<0,0001	0,2405
Cor da gordura												
L*	71,3	73,7	0,9183	74,0	73,6	-	69,8	-	1,452	0,1437	0,0868	0,5128
a*	7,98	7,98	0,2608	7,17	9,17	-	7,60	-	0,4123	0,9989	0,0212	0,0003
b*	22,1	22,3	0,3589	21,8	22,8	-	22,0	-	0,5675	0,7175	0,4521	0,3177
FC	4,22	3,98	0,0953	5,43a	4,78b	3,40c	3,34c	3,54c	0,1507	0,0784	<0,0001	0,2528
PPC	25,0	22,2	0,4490	22,0	24,2	21,3	24,7	25,6	0,7099	<0,0001	<0,0001	0,0011
pH	5,64	5,58	0,0260	5,74a	5,80a	5,64ab	5,36c	5,52b	0,0412	0,0848	<0,0001	0,3677
CRA	77,5	76,8	0,3253	81,9a	76,7b	74,3c	76,8b	76,1bc	0,5143	0,1086	<0,0001	0,7145
Umidade, %	73,5	72,7	0,1689	72,7	74,7	74,9	73,6	69,7	0,2671	0,0019	<0,0001	0,0097
Lipídeo, %	3,23	3,89	0,1554	2,77b	2,31b	3,20b	5,02a	4,51a	0,2458	0,0035	<0,0001	0,0760
Proteína, %	22,1	22,3	0,1246	23,4b	21,9c	20,8d	20,4d	24,5a	0,1971	0,5401	<0,0001	0,1010
Cinzas, %	1,12	1,12	0,0099	1,07c	1,14b	1,05c	1,06c	1,27a	0,0157	0,7361	<0,0001	0,3024
Colágeno[4]												
Solúvel	0,054	0,046	0,0027	0,049	0,054	0,057	0,040	0,050	0,0043	0,0376	0,0812	0,6401
Insolúvel	0,476	0,484	0,0076	0,371c	0,617a	0,527b	0,378c	0,507b	0,0120	0,4231	<0,0001	0,8908
Total	0,531	0,532	0,0078	0,421c	0,670a	0,586b	0,422c	0,558b	0,0123	0,9279	<0,0001	0,8276
Termossolúvel	10,6	9,54	0,1938	11,8a	8,02c	9,94b	11,3a	9,15bc	0,3065	0,0003	<0,0001	0,6066
Colesterol[5]	138	140	1,055	140	112	111	119	212	1,669	0,0854	<0,0001	0,0386

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

[1] L* – luminosidade; a* – intensidade de vermelho; b* – intensidade de amarelo; FC – força de cisalhamento, kg; PPC – perdas por cozimento, %; CRA – capacidade de retenção de água, %; Colágeno – mg/g de carne crua; Colesterol – mg/100g de carne crua.

Tabela 2 – Desdobramento da interação de características de qualidade de cinco cortes provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

GG	Corte					
	Contrafilé	Lagarto	Paleta	Picanha	Ponta de Peito	Probabilidade
			*a** da gordura			
Nel	7,63 ab	10,5 a	-	5,84 b	-	0,0002
Nel+SG	6,70b	7,87ab	-	9,37a	-	0,0439
Probabilidade	0,3820	0,0148	-	0,0014	-	
			Perda de Peso por Cocção (%)			
Nel	21,0 b	26,4 a	24,5 ab	26,5 a	26,4 a	0,0004
Nel+SG	22,9 a	22,1 ab	18,1 b	22,9 a	24,8 a	0,0002
Probabilidade	0,1842	0,0030	<0,0001	0,0140	0,2685	
			Umidade (%)			
Nel	72,6 b	75,0 a	75,1 a	74,0 a	70,8 c	<0,0001
Nel+SG	72,9 b	74,3 ab	74,8 a	73,1 ab	68,5 c	<0,0001
Probabilidade	0,5148	0,2287	0,6123	0,1018	<0,0001	
			Colesterol (mg/100 g de carne crua)			
Nel	141,0 b	110,7 c	111,9 c	118,3 c	206,0 a	<0,0001
Nel+SG	139,0 b	113,3 c	110,8 c	120,5 c	217,4 a	<0,0001
Probabilidade	0,4941	0,4262	0,7378	0,5030	0,0008	

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve interação significativa entre os grupos genéticos (2) e os cortes (5) avaliados para as variáveis *a** da gordura (P= 0,0003), perda de peso por cocção (P= 0,0011) e taxa de colesterol (0,0386) (Tabela 2).

Os resultados de *a** da gordura, foram significativos tanto quando comparados os cortes do mesmo grupo genético (Nel P= 0,0002 e Nel+SG P= 0,0439) (Tabela 1) quanto para alguns cortes quando comparados entre os dois grupos, como o Lagarto (P= 0,0148) e Picanha (P= 0,0014) (Tabela 2), o que mostra que a variação observada nestes cortes é dependente das variações causadas pelo grupo genético, um efeito influenciando o outro. No caso da cor da gordura, percebeu-se maiores valores no Lagarto do grupo Nelore e na Picanha do grupo cruzado. Isso se pode justificar pelo comportamento de deposição de gordura durante a terminação de cada grupo. O grupo Nelore, pela sua genética, possui uma deposição de gordura de acabamento mais tardia, não é exacerbada, depositando ao longo do corpo para depois acumular em cobertura da carcaça. Independente das interações observadas, os valores encontrados estão próximos aos publicados previamente na literatura para fêmeas bovinas.

A quantidade de umidade significativamente menor na Ponta de Peito (P< 0,0001) (Tabela 2) pode ser explicada pela quantidade de gordura da composição, componente com porcentagem proporcionalmente inversa, o que ainda justifica ser maior nos animais puramente Nelore do que nos outros, que devido ao cruzamento genético tiveram um aumento, já esperado, da quantidade de gordura em sua composição química, como citado por Prado et al. (2008), que afirmaram que a quantidade da umidade na composição depende diretamente da quantidade de gordura.

Da mesma forma, pode-se justificar a interação relatada para a Ponta de Peito no resultado da concentração de colesterol (P= 0,0008), apresentando valores maiores quando comparados aos demais, justamente por ser uma região corporal de maior acúmulo e deposição de gordura na fase final do desenvolvimento corporal, como já discutido anteriormente. Ainda conforme justificado acima, tal diferença entre os grupos genéticos também fora esperada (P< 0,0001), devido a influência do cruzamento em relação à quantidade de gordura na terminação e acabamento dos animais. A

recomendação do “American Heart Association” para ingestão máxima de colesterol por dia é de 300mg (Department of Health, 1994). Ou seja, diante dos resultados obtidos, o consumo de um “steak” de carne bovina de 100g, representaria em média 1/3 da quantidade diária máxima recomendada, com exceção da Ponta de Peito. Em função disso, não se justifica a recomendação de restrição na ingestão de carne vermelha, pois se enquadra nas recomendações atuais, contribuindo para um bom balanceamento alimentar à níveis/taxas desejáveis e adequadas nutricionalmente.

A interação constatada para perda de peso por cocção pode ser devida às quantidades significativas das variáveis de umidade, lipídeo e colágeno solúvel e termossolúvel entre os grupos genéticos e função muscular, visto a interação relatada nos músculos de locomoção (Lagarto P= 0,0030 e Paleta P< 0,0001) e a Picanha (P= 0,0140), corte com alta deposição de gordura durante a terminação animal. De maneira geral, observou-se maior perda para os animais do grupo Nelore, fortalecendo a influência positiva resultante da maior quantidade de gordura no grupo dos animais cruzados. O grupo Nelore por ter menos gordura corporal, tem maior quantidade de água em sua composição, e esta pode ser um pouco perdida durante o processo de cocção, aumentando a quantidade de exsudato, ou seja, resultando em maior perda durante o processo de cocção. Maior perda de peso por cocção também é observada nos cortes com maior quantidade de gordura subcutânea, pois devido à temperatura de cocção parte pode ser dissolvida e perdida como exsudato do processo. A quantidade de colágeno solúvel também tem grande interferência nesse resultado, como observado nos maiores cortes, Lagarto e Paleta, que possuem maior quantidade dessa fração de colágeno, que se torna solúvel com a ação da temperatura durante a cocção e também se soma no exsudato. Sendo ele maior, devido às características genéticas, em animais Nelore, o que ajuda a explicar as maiores perdas observadas por esse grupo.

Além das interações discutidas, houve diferença para as variáveis de cor da carne (*L*, a** e *b**) entre os grupos genéticos (Tabela 1). Os valores de *L** e *b** foram maiores para o grupo Nel+SG quando comparados com os do grupo Nel (35,19 e 33,79; 13,25 e 12,31, respectivamente), o que provavelmente, pode-se explicar devido à diferença observada na quantidade de gordura entre os grupos, em que os animais cruzados

também tiveram valores significativamente maiores para lipídeo e colesterol (3,89 e 3,23; 140,22 e 137,64, respectivamente). Pacheco et al. (2015), fazendo uma pesquisa com 264 artigos sobre qualidade da carne de fêmeas bovinas, alegaram que a coloração do gado Zebu é um pouco mais escura, essa diferença está relacionada com o temperamento menos reativo dos animais britânicos e continentais, que faz com que tenham menor estresse pré-abate e melhor queda de pH durante a fase de rigor mortis, resultando em melhores atributos de qualidade. De maneira geral, os valores observados estão dentro do padrão considerado normal para cor da carne bovina dentro de faixas ideias de pH.

O grupo de animais de raça pura apresentaram maiores valores para as variáveis de colágeno, solúvel (Nel+SG 0,046 e Nel 0,054, mg/ g de carne crua) e termossolúvel (Nel+SG 9,54 e Nel 10,56, mg/g de carne crua), e, por pressuposto, tendo a quantidade de umidade da composição resultado numa interação significativa, como já discutido anteriormente, a quantidade de gordura também foi influenciada de maneira inversa, sendo maior para os animais cruzados do que os de raça Nelore (3,89% x 3,23%, respectivamente). Alguns estudos indicam que o gado Zebu é caracterizado pelo menor conteúdo de gordura e maior de tecido conectivo (Silva et al. 2002; Moreira et al. 2003).

Em relação aos cortes cárneos, foram observadas diferenças significativas na maioria das variáveis (Tabela 1). Pode-se analisar que para as variáveis de cor da carne, o Lagarto obteve o maior valor de *L** sendo diferente estatisticamente em relação aos demais, tal resultado pode ter sido devido ao alto percentual de umidade em sua composição (74,67%) e valor de *b** (14,78), o qual também foi maior que os demais cortes, podendo estar relacionado com a alta quantidade de colágeno total (0,67) e insolúvel (0,062) em relação aos outros quatro cortes. Já para a variável *a** da carne, observamos, que os cortes referentes aos músculos de locomoção, Lagarto e Paleta (17,65 e 16,98), tiveram maiores valores que os músculos de sustentação, Contrafilé e Picanha (15,38 e 15,34), o que já era esperado devido à maior oxidação celular desses músculos devido à sua maior atividade de contração, o que resulta em carne um pouco mais escura. A luminosidade e a coloração da carne são relacionadas diretamente com o valor do pH final após o resfriamento. Quando valores de pH permanecem dentro dos

limites ideais, as características de *L**, *a** e *b** são coerentes, como pode ser observado também neste presente estudo.

Houve diferença (P< 0,0001) para as variáveis de maciez força de cisalhamento, pH e capacidade de retenção de água (Tabela 1). Pode-se observar que os resultados, apesar de diferentes significativamente, se enquadram no padrão aceito como ideal, de acordo com a literatura para cada variável. Para os valores de pH, apenas os cortes da Picanha (5,36) e Ponta de Peito (5,52) tiveram valores um pouco mais baixos em relação aos demais, mas somente a Picanha ficou abaixo da faixa ideal de pH após o *rigor mortis* estabelecido, de 5,4 a 5,8, proposta por Gomide et al. (2013). Coincidentemente, são os cortes com maior quantidade lipídica, contudo, tais valores não comprometeram a qualidade estrutural da carne, haja vista os resultados das demais análises. Observou-se que a Picanha teve maior capacidade de retenção de água (81,92) em relação aos demais o que, provavelmente, para o consumidor seria uma carne agradável no paladar por ser mais suculenta durante a degustação e consumo. A força de cisalhamento nos permite mensurar a maciez, ou dureza como alguns autores preferem, pois nos indica a força, em quilograma, necessária para cortar/cisalhar a carne após a cocção. Por conseguinte, observou-se que os cortes do dianteiro, Paleta (3,4) e Ponta de Peito (3,54), e a Picanha (3,34) tiveram melhores resultados, indicando cortes mais macios. Os valores de força de cisalhamento correspondem a uma carne macia, dentro do padrão proposto por Shackelford et al. (1997), que traça como indicativo de maciez valores que sejam menores que 6,0 kg. Cruz (1997), alegou que pH 6,0 é considerado como um divisor entre o corte normal e o *dark-cutting*, sendo que no Brasil, os frigoríficos exportam apenas a carne que apresenta pH abaixo de 5,8, avaliando diretamente no músculo longissimus, 24 horas *post-morten*.

As maiores quantidades de lipídeo foram encontradas nos cortes que são os últimos pontos de deposição, sendo eles Picanha (5,02) e Ponta de Peito (4,51), dado que pode explicar também a maior maciez observada na análise de força de cisalhamento para tais cortes. Contudo, apesar das diferenças observadas, as quantidades de lipídeos atendem às exigências sobre a presença lipídeos na carne, que deve estar próxima ou abaixo de 5% na carcaça de bovinos (Prado et al., 2011). Observou-se maior quantidade

de proteína em cortes com função de sustentação (Contrafilé 23,42% e Ponta de Peito 24,55%) e, por regra de proporção, foi menor nos cortes que apresentaram maior porcentagem de umidade (Lagarto 21,87% e Paleta 20,82%) e de lipídeo (Picanha 20,36%). Também pode-se observar que houve significativamente maiores quantidades de cinzas no Lagarto (1,14%), corte com maior percentual de umidade, e na Ponta de Peito (1,27%), corte maior concentração lipídica. Ainda que com a variação constatada entre os cortes avaliados, pode-se confirmar que todos os valores obtidos de composição química, se enquadram com o estabelecido como ideal para bovinos, contento cerca de 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de cinzas (Geay et al., 2001).

A quantidade de colágeno total foi significativamente maior ($P< 0,0001$) no Lagarto (0,67 mg/g) em relação aos outros quatro cortes. O Lagarto é um músculo grande do traseiro animal, com alta atividade locomotora, devido a sua importância para a movimentação do animal e seu tamanho, por isso necessita de maior quantidade de tecido conectivo para sustentar toda sua musculatura. A quantidade total observada, tem relação com a alta quantidade da porção insolúvel deste tecido, que, consequentemente, também foi maior no corte em questão (0,62 mg/g). Da mesma forma, pode-se observar que músculos que exigem menor esforço e menor atividade física, como os com função de sustentação, apresentaram menores quantidades dessas frações e, portanto, maiores proporcionalmente da fração termossolúvel (Contrafilé 11,83 e Picanha 11,31, mg/g). Torrescano et al. (2003), observaram em novilhos de raça europeia valores de colágeno total e insolúvel (mg/g), respectivamente, de 0,61 e 0,42 no Contrafilé, 0,72 e 0,60 na Picanha, 0,77 e 0,64 no Lagarto e 0,94 e 0,78 na Paleta. Apesar dos valores serem bem maiores dos citados neste estudo, o que pode ser devido a classe sexual dos animais, pode-se observar que se comportaram de maneira similar, sendo maiores as quantidades encontradas nos cortes com função de locomoção, dos que os de sustentação.

4.2. Perfil de ácidos graxos:

Nas tabelas a seguir, estão apresentados os resultados do total de ácidos graxos, em porcentagem do total identificado, dos cinco cortes provenientes de fêmeas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis, criadas exclusivamente em pastagens. O perfil dos ácidos graxos saturados está demonstrado na Tabela 3, dos monoinsaturados na Tabela 4 e dos poli-insaturados na Tabela 5. Dos 73 resultados apresentados do perfil total de ácidos graxos identificados, 31 foram significativamente diferentes entre os dois grupos genéticos, 63 entre os cinco cortes cárneos, e ainda, houve interação significativa, dos grupos genéticos com os cortes, em 43 dos resultados observados, sendo estes, 8 entre os ácidos graxos saturados, 17 entre os monoinsaturados e 18 entre os poli-insaturados.

Além do perfil apresentado nas tabelas 3, 4 e 5, também foi feita uma tabela (Tabela 6) com relações, índices e somatórias de alguns AG para melhor discuti-los visando a importância nutricional que estes desempenham na saúde e alimentação do consumidor.

O desdobramento das principais interações, também partindo do princípio de maior relevância para a saúde humana, foram apresentados na Tabela 7.

Pode-se perceber que a concentração total de AG foi maior nos cortes com maior acúmulo de gordura corporal e maior porcentagem lipídica na composição química total, Picanha (95,66%) e Ponta de Peito (95,46%), em relação aos demais (95,25, 94,92 e 93,95%, Contra, Paleta e Lagarto, respectivamente), o que também justifica a interação observada com o grupo genético em vários AG identificados, levando em consideração a composição e acabamento de carcaça característico de cada grupo genético avaliado neste estudo.

Tabela 3 – Porcentagem de ácidos graxos saturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Ácido graxo	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lagarto	Paleta	Picanha	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Total Saturado	41,4	42,6	0,3629	44,3a	41,5b	41,7b	41,2b	41,4b	0,5738	0,0179	0,0006	0,7641
10:0	0,044	0,168	0,0172	0,000	0,000	0,091	0,195	0,244	0,0385	<0,0001	<0,0001	<0,0001
11:0	0,003	0,024	0,0044	0,000	0,000	0,007	0,036	0,025	0,0069	0,0007	0,0005	0,0005
12:0	0,155	0,186	0,0127	0,083	0,092	0,091	0,360	0,227	0,0201	0,0894	<0,0001	<0,0001
13:0	0,023	0,028	0,0023	0,013	0,015	0,018	0,045	0,037	0,0036	0,1282	<0,0001	<0,0001
14:0	3,39	3,98	0,1172	2,93	2,73	2,79	5,68	4,29	0,1853	0,0006	<0,0001	<0,0001
15:0	0,447	0,435	0,0098	0,371	0,403	0,374	0,596	0,462	0,0155	0,3735	<0,0001	<0,0001
16:0	23,4	25,4	0,2216	26,2a	24,5b	23,9b	23,8b	23,6b	0,3504	<0,0001	<0,0001	0,4176
17:0	1,02	0,893	0,0162	0,958	0,968	0,994	0,941	0,916	0,0257	<0,0001	0,2770	0,0010
18:0	12,4	11,1	0,2280	13,4	12,1	12,9	9,29	11,1	0,3604	0,0001	<0,0001	<0,0001
19:0	0,085	0,070	0,0043	0,087	0,090	0,080	0,045	0,087	0,0069	0,0171	<0,0001	<0,0001
20:0	0,069	0,067	0,0030	0,097	0,078	0,094	0,044	0,027	0,0047	0,7090	<0,0001	0,0020
21:0	0,018	0,016	0,0013	0,000	0,021	0,031	0,007	0,027	0,0021	0,1798	<0,0001	0,0003
22:0	0,016	0,024	0,0019	0,018	0,017	0,026	0,013	0,028	0,0030	0,0027	0,0024	0,0002
24:0	0,294	0,218	0,0147	0,141	0,478	0,301	0,085	0,276	0,0233	0,0003	<0,0001	0,0005
Cadeia ramificada total	0,537	0,479	0,0158	0,450	0,431	0,414	0,713	0,531	0,0249	0,0102	<0,0001	<0,0001
14:0 ISO	0,060	0,059	0,0032	0,049	0,052	0,044	0,079	0,076	0,0050	0,8740	<0,0001	0,0006
15:0 ISO	0,245	0,246	0,0072	0,210	0,208	0,194	0,345	0,271	0,0161	0,9642	<0,0001	<0,0001
16:0 ISO	0,178	0,161	0,0036	0,156b	0,164b	0,158b	0,198a	0,172b	0,0057	0,0010	<0,0001	0,3089
17:0 ISO	0,053	0,012	0,0084	0,036	0,007	0,017	0,091	0,014	0,0133	0,0009	<0,0001	0,0002
15:0 ANTEISO	0,267	0,250	0,0087	0,212	0,218	0,214	0,373	0,273	0,0138	0,1801	<0,0001	0,0003
Dimetilacetil (DMA)	2,646	2,369	0,1100	2,60b	3,58a	2,71b	1,60c	2,04bc	0,1747	0,0779	<0,0001	0,3367
15:0	0,038	0,034	0,0035	0,033ab	0,051a	0,040ab	0,020b	0,035ab	0,0055	0,3780	0,0028	0,6985
16:0	1,50	1,34	0,0616	1,46b	2,11a	1,52b	0,92c	1,08c	0,0974	0,0647	<0,0001	0,2266
17:0	0,171	0,162	0,0120	0,111	0,207	0,116	0,186	0,213	0,0189	0,5823	<0,0001	<0,0001
18:0	0,938	0,836	0,0421	0,991a	1,22a	1,04a	0,478b	0,715b	0,0665	0,0910	<0,0001	0,0631

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Seguindo a ordem dos resultados apresentados, houve interação significativa para 13 dos 14 ácidos graxos saturados identificados (Tabela 3). De maneira geral, há uma maior preocupação em reduzir as taxas de AGS na composição lipídica da carne, devido aos malefícios que pode causar para a saúde humana, como doenças cardiovasculares e o aumento do colesterol LDL. Scollan et al. (2006), citaram que os AGS predominantes na carne bovina são os 14:0, 16:0 e 18:0, e que o 18:0 representa aproximadamente 30% do total desse grupo. Os AGS 12:0 e 14:0, podem aumentar a taxa de colesterol total mais do que o 16:0, enquanto que o C18:0 gera um efeito neutro na concentração de colesterol total e nenhum impacto no LDL e no HDL. Como apresentado na tabela 3, o total de AGS foi maior no grupo de animais cruzados do que nos animais do grupo Nelore (42,63 x 41,4%, respectivamente), fato que já era esperado devido à maior deposição de gordura deste grupo genético em relação aos zebuínos.

Analisando os cortes com interação significativa, o comportamento observado para o total de AG identificados, se repete no perfil dos AGS láurico e mirístico, sendo maiores as concentrações para a Picanha (0,36 e 5,68%, respectivamente) e Ponta de Peito (0,23 e 4,29%, respectivamente), corroborando com a ideia de que realmente o aumento da deposição de gordura, de acordo com a raça utilizada/ grupo genético, pode influenciar no acúmulo de gordura em certos sítios de maior deposição lipídica, devido à curva natural de deposição deste tecido corporal nos bovinos. Pavan et al. (2013), concluíram que, de fato, o aumento no total de AGS é principalmente o resultado de um aumento na proporção de ácido esteárico. Portanto, ao contrário do que a maioria dos consumidores pensa, apenas um terço dos ácidos graxos da carne bovina eleva os níveis de colesterol, pois mesmo os ácidos graxos saturados que correspondem a aproximadamente 45% do total de gordura, não são hipercolesterolêmicos.

Tabela 4 – Porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Ácido graxo	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lagarto	Paleta	Picanha	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Total Mono	47,2	47,5	0,2927	46,1bc	45,7c	47,5ab	48,6a	48,9a	0,4628	0,3754	<0,0001	0,9354
cis Mono	44,5	45,2	0,3113	44,1bc	43,0c	44,9ab	46,0a	46,1a	0,4922	0,1000	<0,0001	0,9559
14:1 c9	1,19	1,50	0,0816	0,669	0,718	0,733	2,76	1,86	0,1290	0,0087	<0,0001	<0,0001
15:1 c10	0,151	0,125	0,0075	0,158	0,227	0,161	0,046	0,099	0,0119	0,0163	<0,0001	0,0308
16:1 c7	0,131	0,161	0,0128	0,194a	0,048b	0,246a	0,224a	0,017b	0,0202	0,1031	<0,0001	0,2570
16:1 c9	3,56	4,50	0,1392	3,40	3,20	3,27	5,29	4,98	0,2201	<0,0001	<0,0001	0,0004
16:1 c10	0,022	0,021	0,0018	0,021	0,020	0,034	0,011	0,023	0,0028	0,5303	<0,0001	<0,0001
16:1 c11	0,166	0,209	0,0069	0,143	0,152	0,158	0,271	0,213	0,0109	<0,0001	<0,0001	0,0150
16:1 c13	0,007	0,005	0,0023	0,002	0,004	0,007	0,011	0,005	0,0037	0,5915	0,4976	0,4349
17:1 c9	1,12	1,02	0,0154	0,946	1,05	1,05	1,21	1,10	0,0243	<0,0001	<0,0001	0,0455
17:1 c11	0,019	0,016	0,0013	0,021	0,018	0,028	0,006	0,014	0,0029	0,1720	<0,0001	<0,0001
18:1 c9	36,1	35,6	0,2692	36,6	35,6	37,2	34,0	35,9	0,4256	0,2257	<0,0001	<0,0001
18:1 c11	1,29	1,32	0,0194	1,20c	1,33ab	1,40a	1,23bc	1,36a	0,0306	0,3143	<0,0001	0,0932
18:1 c12	0,055	0,016	0,0238	0,026	0,011	0,027	0,094	0,018	0,0376	0,2472	0,5284	0,6256
19:1 c11	0,088	0,087	0,0045	0,093a	0,106a	0,097a	0,096a	0,048b	0,0072	0,8746	<0,0001	0,1595
19:1 c13	0,104	0,109	0,0041	0,107ab	0,109ab	0,121a	0,085b	0,110ab	0,0064	0,3768	0,0028	0,0971
20:1 c5	0,001	0,001	0,0004	0,000b	0,000b	0,003a	0,0001b	0,003ab	0,0007	0,3577	0,0002	0,1109
20:1 c8	0,055	0,056	0,0021	0,065	0,065	0,065	0,031	0,052	0,0034	0,5843	<0,0001	<0,0001
20:1 c11	0,120	0,092	0,0112	0,100	0,094	0,106	0,101	0,127	0,0177	0,0848	0,7207	0,4972
22:1 c13	0,015	0,014	0,0023	0,010	0,019	0,011	0,023	0,010	0,0037	0,6429	0,0314	0,0097
24:1 c15	0,079	0,055	0,0114	0,000b	0,000b	0,001b	0,329a	0,003b	0,0181	0,1418	<0,0001	0,0881
trans Mono	2,675	2,364	0,1052	2,127	2,651	2,530	2,545	2,747	0,1663	0,0383	0,0934	0,8444
16:1 t9	0,588	0,427	0,0850	0,406	0,476	0,455	0,786	0,415	0,1344	0,1803	0,2409	0,3309
16:1 t10	0,017	0,020	0,0020	0,020	0,020	0,020	0,014	0,020	0,0028	0,2542	0,5496	0,0305
16:1 t11,12	0,166	0,121	0,0115	0,089	0,213	0,011	0,124	0,279	0,0256	0,0072	<0,0001	<0,0001
16:1 t13	0,382	0,393	0,0267	0,080b	0,459a	0,555a	0,395a	0,446a	0,0422	0,7770	<0,0001	0.0938

Continua ....

Continuação...												
18:1 t6,8	0,056	0,051	0,0032	0,058	0,059	0,064	0,041	0,046	0,0051	0,2010	0,0065	<0,0001
18:1 t9	0,246	0,209	0,0120	0,269a	0,257ab	0,241abc	0,177c	0,194bc	0,0190	0,0288	0,0022	0,5440
18:1 t10	0,036	0,048	0,0045	0,002	0,020	0,064	0,044	0,080	0,0071	0,0532	<0,0001	0,0062
18:1 t11	1,13	1,05	0,0606	1,15	1,09	1,06	0,935	1,22	0,0958	0,3559	0,2918	0,4592
18:1 t12	0,054	0,045	0,0024	0,057	0,058	0,060	0,028	0,044	0,0038	0,0165	<0,0001	<0,0001
Outros												
16:1 c12 t14	0,023	0,025	0,0014	0,022	0,026	0,028	0,021	0,020	0,0023	0,3274	0,0548	0,0002
18:1 c6,8 ou t13,14	0,168	0,183	0,0063	0,143b	0,197a	0,189a	0,182a	0,165ab	0,0010	0,0876	0,0014	0,7914
18:1 c10 t15	0,009	0,003	0,0031	0,000	0,000	0,000	0,024	0,006	0,0049	0,1705	0,0023	0,0016
Mono/Saturado	1,15	1,12	0,0151	1,04b	1,11b	1,15ab	1,19ab	1,20a	0,0239	0,1794	<0,0001	0,9892

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 4, foi apresentada a composição em AG monoinsaturados (AGMI). Da mesma maneira como foi observado e justificado para os AGS discutidos acima, os cortes de maior deposição e quantidade lipídica na composição (Picanha, 48,58%, e Ponta de Peito, 48,91%), também foram os que apresentaram maiores concentrações do total dessa classe de AG (P<0,0001). Não foi observada diferença entre os GG estudados e nem interação significativa entre eles e os cortes em questão.

A quantidade total de AGMI Cis, considerados desejáveis por ser hipocolesterolêmicos, seguiu o mesmo comportamento do total de AGMI (Tabela 4), sendo maior nos cortes com maior conteúdo lipídico, Picanha (46,01%) e Ponta de Peito (46,15%). Já o total de AGMI Trans, considerados tão prejudiciais quanto os AGS se consumidos em excesso, por mais que apresentaram a mesma tendência, não foram significativamente diferentes entre os cortes, somente entre os GG, sendo superiores nos animais do grupo Nelore (2,67%) em comparação com o grupo dos animais cruzados (2,36%).

Houve interação significativa (P=0,0004) para o ác. palmitoleico (Tabela 4), o que mostrou que o aumento da gordura na carcaça gerado através do cruzamento genético, ocasionou também o aumento deste AG, principalmente nos cortes cárneos onde houve maior deposição de gordura, como a Picanha e Ponta de Peito. Os valores obtidos foram de 3,56% para Nelore e 4,5% para Nel+SG; 5,29% no corte da Picanha e 4,98% na Ponta de Peito x 3,4, 3,2 e 3,27% para Contrafilé, Lagarto e Paleta, respectivamente. A maior concentração do ác. palmitoleico pode ser justificada pela maior atividade da enzima ∆9- dessaturase C16 (Fernandes et al., 2009).

Houve interação significativa entre os dois fatores de estudo para o AG oleico (Tabela 4), este, porém, seguindo o mesmo comportamento do ácido esteárico, 18:0, sendo maior as quantidades observadas no Contrafilé e Paleta (36,63 e 37,22%, respectivamente). O aumento na concentração do ácido oleico é altamente desejável, pois, conforme relatado por Mir et al. (2003), este AG é reconhecido por apresentar

propriedades hipocolesterolêmicas. Portanto, maiores proporções desse AG são consideravelmente desejadas na carne bovina (Pavan et al., 2013).

Rossato et al. (2010), relataram que para a soma dos AGMI não foi observada diferença entre animais Angus e Nelore, embora a concentração de ác. vacênico C18:1 t11, precursor do CLA, tenha sido superior em animais Nelore (2,60 x 2,02%), o que também foi observado neste estudo, em que animais Nelore apresentaram maior concentração deste AG do que animais cruzados (1,13 x 1,05%, respectivamente). Os autores atribuíram esse fato à diferença de intensidade da biohidrogenação entre taurinos e zebuínos, haja visto o menor volume do rúmen de zebuínos. O ác. vacênico é a maior fonte de produção de CLA, pois é um produto direto da biohidrogenação ruminal do próprio ácido ruménico, CLA - 18:2 c9 t11, e um dos intermediários do ác. linolênico, 18:3 ω3. Essa conversão ocorre pela ação da enzima ∆9-dessaturase (Costa et al., 2020).

Tabela 5 – Porcentagem de ácidos graxos poli-insaturados (do total de identificados) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Ácido graxo	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lagarto	Paleta	Picanha	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Total Poli	6,18	5,19	0,2080	4,83b	6,76a	5,73ab	5,92ab	5,18b	0,3289	0,0010	0,0007	0,1322
CLA (18:2)	0,306	0,278	0,0063	0,225	0,273	0,270	0,361	0,332	0,0010	0,0025	<0,0001	0,0022
t7 c9	0,097	0,081	0,0079	0,032c	0,256a	0,017c	0,046bc	0,093b	0,0125	0,1680	<0,0001	0,2651
c9 t11	0,209	0,198	0,0088	0,194	0,017	0,253	0,315	0,238	0,0139	0,3803	<0,0001	0,0094
ω6	3,75	3,04	0,1357	2,69	4,35	3,77	2,81	3,32	0,2146	0,0003	<0,0001	0,5300
18:2 c6	2,53	2,02	0,0879	1,92b	2,47a	2,38ab	2,47a	2,13ab	0,1391	<0,0001	0,0199	0,4266
18:2 t6	0,006	0,004	0,0023	0,003	0,000	0,002	0,009	0,010	0,0036	0,4884	0,2096	0,0922
18:3	0,031	0,016	0,0102	0,016	0,024	0,020	0,043	0,014	0,0161	0,2981	0,7226	0,4597
20:2	0,019	0,014	0,0009	0,020	0,024	0,021	0,004	0,013	0,0014	<0,0001	<0,0001	<0,0001
20:3	0,263	0,243	0,0121	0,237bc	0,371a	0,272b	0,175c	0,208bc	0,0192	0,2555	<0,0001	0,5178
20:4	0,828	0,628	0,0443	0,307c	1,34a	0,991b	0,108c	0,890b	0,0700	0,0017	<0,0001	0,0849
22:2	0,003	0,050	0,0043	0,118	0,001	0,006	0,002	0,004	0,0068	<0,0001	<0,0001	<0,0001
22:4	0,070	0,057	0,0032	0,070bc	0,1103a	0,081b	0,0002d	0,055c	0,0051	0,0039	<0,0001	0,1380
ω3	1,92	1,67	0,0801	1,70	1,82	1,44	2,69	1,32	0,1267	0,0353	<0,0001	0,0008
18:3	0,748	0,645	0,0287	0,536	0,720	0,661	0,867	0,699	0,0453	0,0124	<0,0001	0,0027
20:3	0,098	0,196	0,0226	0,536	0,038	0,012	0,147	0,000	0,0358	0,0026	<0,0001	<0,0001
20:4	0,086	0,071	0,0046	0,080b	0,132a	0,101b	0,002c	0,079b	0,0072	0,0204	<0,0001	0,0932
20:5	0,286	0,190	0,0243	0,004	0,002	0,015	1,13	0,044	0,0385	0,0059	<0,0001	<0,0001
22:3	0,030	0,003	0,0113	0,000	0,000	0,002	0,073	0,008	0,0179	0,1011	0,0161	0,0094
22:5	0,491	0,428	0,0212	0,475b	0,810a	0,551b	0,027c	0,434b	0,0335	0,0363	<0,0001	0,1460
22:6	0,177	0,141	0,0103	0,069	0,123	0,092	0,451	0,063	0,0163	0,0161	<0,0001	0,0267
ω6/ω3	2,20	1,94	0,0436	1,73	2,40	2,60	1,10	2,51	0,0689	<0,0001	<0,0001	0,0013

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve interação significativa (Tabela 5) entre os grupos genéticos e os cortes para o AG α-linolênico (P=0,0027), sendo maior nos animais Nelore (0,75%) do que nos cruzados (0,64%) e com maior concentração na Picanha (0,87%) em relação aos demais. Não houve interação para o AG linoleico, porém fora observada diferença estatística dentre os grupos genéticos e dentre os cortes, sendo maior também no grupo Nel do que no Nel+SG (2,53 x 2,02%, respectivamente) e, maior na Picanha e no Lagarto (2,47%). Os resultados obtidos nos grupos genéticos já eram esperados, haja vista a diferença observada para o ác. esteárico, que também foi significativamente maior nos animais Nelore em relação aos animais cruzados. A maior concentração desses AG na Picanha, também são justificados por ser um corte de maior acúmulo e deposição de gordura de acabamento dos animais, independente da raça, como já discutido também anteriormente. Os resultados corroboram com a afirmação de Moreira, et al. (2015), de que os grupos genéticos *B. taurus* e *B. indicus* terminados a pasto podem influenciar o perfil de ácidos graxos, pois essa diferença genética tem efeito pronunciado principalmente nos AGPI como o α-linolênico, o que sugere que há diferença entre animais dentre as raças no metabolismo de biohidrogenação. Assim, em animais terminados a pasto, embora seja a carne de animais Nelore considerada menos macia, nutricionalmente é mais saudável que a de animais taurinos, pois apresentam melhores quantidades de ω3, de CLA e do seu precursor 18:1 t11, o ác. vacênico (Rossato et al., 2010). Santos et al. (2015), também afirmaram que em relação a proporção de AGPI, animais zebuínos apresentam composição favorável em relação a taurinos.

Os resultados aqui obtidos foram bastante favoráveis de acordo com as recomendações e preocupações relacionadas à saúde humana, como mencionado por Nassu et al. (2011), que indicam um maior consumo de AGPI, especialmente os da classe ω3, na forma do ác. α- linolênico e menor consumo do ácido linoléico, com o objetivo de promover a síntese endógena AG de cadeira longa (ω3 com mais de 18 carbonos), pois já fora amplamente demostrado que AGPI de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (Cook et al., 2001; Varela et al., 2004).

Como o ác. rumênico é da família C18, este se comportou de maneira semelhante com os já citados até aqui, maior concentração fora identificada nos animais de raça Nelore e também no corte da Picanha, onde é localizado o sítio, mais tardio e mais prolongado, de acúmulo de gordura de acabamento. Os valores aqui observados foram de 0,21% para o grupo Nel e 0,20% para Nel+SG; já na Picanha, a concentração foi de 0,32%. Autores reforçaram que este AG, rumênico, deve ser consumido diariamente, ainda que em pequenas quantidades, afim de proteger contra câncer, aterosclerose e diabetes mellitus tipo II (Siurana e Calsamiglia, 2016).

Os ácidos eicosapentaenoico, EPA, (20:5 ω3) e o docosahexaenoico, DHA, (22:6 ω3), são da classe ω3 e também demonstraram efeitos fisiológicos benéficos a saúde humana (Willians, 2000), com papel fundamental na prevenção de aterosclerose, ataque cardíaco, depressão e câncer (Simopoulos, 1991; Simopoulos, 2002). Houve interação significativa entre os GG e os cortes para esses dois AGPI. Os dois apresentaram comportamento semelhante ao apresentado e discutido com o ác. rumênico, sendo significativamente maiores nos animais Nelore (EPA 0,29% e DHA 0,18%) em comparação com os animais cruzados (0,19% e 0,14%, respectivamente para EPA e DHA), e significativamente maior na Picanha (1,13% EPA e 0,45% DHA) em relação aos demais cortes, o que pode ser justificado da mesma maneira como já abordado para os AGPI anteriormente discutidos aqui neste presente estudo. Tal resultado é desejável, já que o consumidor, principalmente o brasileiro, aprecia bastante o corte da Picanha devido à quantidade de gordura, que confere suculência e sabor a carne. Diante disso, também podemos constatar que além da apreciação sensorial, este corte também oferece benefícios nutricionais, haja vista a quantidade de AGPI, principalmente os da série dos ω3, que foram nele identificados.

Tabela 6 – Outras quantidades, índices, relações e classificações dos ácidos graxos (% do total identificado) em cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Ácido graxo[1]	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lagarto	Paleta	Picanha	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Total identificado	94,7	95,3	0,1355	95,2a	93,9b	94,9a	95,7a	95,5a	0,2142	0,0018	<0,0001	0,4917
Saturado	41,4	42,6	0,3629	44,3a	41,5b	41,7b	41,2b	41,4b	0,5738	0,0179	0,0006	0,7641
Insaturado	53,3	52,7	0,3037	50,9c	52,4bc	53,2ab	54,5a	54,1ab	0,4802	0,1518	<0,0001	0,8136
Poli-insaturado	6,18	5,19	0,2080	4,83b	6,76a	5,73ab	5,92ab	5,18b	0,3289	0,0010	0,0007	0,1322
Monoinsaturado	47,2	47,5	0,2927	46,1bc	45,7c	47,5ab	48,6a	48,9a	0,4628	0,3754	<0,0001	0,9354
Insaturado/Saturado	1,13	1,25	0,0188	1,16b	1,28a	1,29a	1,34a	1,33a	0,0298	0,0312	0,0002	0,8087
Poli/Saturado	0,153	0,124	0,0062	0,111b	0,168a	0,140ab	0,147ab	0,130b	0,0099	0,0012	0,0014	0,1788
CLA (18:2)	0,306	0,278	0,0063	0,225	0,273	0,270	0,361	0,332	0,0010	0,0025	<0,0001	0,0022
ω3 cadeia longa	0,954	0,759	0,0419	0,548	0,935	0,658	1,60	0,538	0,0662	0,0012	<0,0001	0,0177
ω3	1,92	1,67	0,0801	1,70	1,82	1,44	2,69	1,32	0,1267	0,0353	<0,0001	0,0008
ω6	3,75	3,04	0,1357	2,69c	4,35a	3,77ab	2,81bc	3,32bc	0,2146	0,0003	<0,0001	0,5300
ω6/ω3	2,20	1,94	0,0436	1,73	2,40	2,60	1,10	2,51	0,0689	<0,0001	<0,0001	0,0013
EPA+DHA	0,463	0,332	0,0332	0,074	0,125	0,108	1,58	0,103	0,0524	0,0058	<0,0001	<0,0001
Hipocolesterolêmico (h)	5,39	4,35	0,1745	3,62c	5,44ab	5,00ab	5,73a	4,54bc	0,2760	<0,0001	<0,0001	0,2303
Hipercolesterolêmico (H)	28,8	31,5	0,3525	30,3	28,5	28,0	33,4	30,4	0,5573	<0,0001	<0,0001	<0,0001
h/H	0,194	0,142	0,0079	0,123b	0,199a	0,185a	0,177ab	0,157ab	0,0124	<0,0001	0,0003	0,7752
Neutro	12,4	11,3	0,2209	13,4	12,1	13,0	9,48	11,3	0,3492	0,0003	<0,0001	<0,0001
Residual	2,91	2,64	0,0302	2,53c	2,77b	2,72b	3,14a	2,70bc	0,0478	<0,0001	<0,0001	0,6754
Trombogenicidade	1,26	1,32	0,0217	1,42a	1,29b	1,31ab	1,13c	1,30ab	0,0344	0,0331	<0,0001	0,1757
Aterogenicidade	0,706	0,797	0,0140	0,757	0,689	0,671	0,870	0,772	0,0221	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Δ9 Dessaturase C16	13,1	14,9	0,4324	11,4	11,5	12,0	17,9	17,0	0,6836	0,0037	<0,0001	0,0015
Δ9 Dessaturase C18	74,7	76,5	0,3981	73,2	74,7	74,3	78,8	76,8	0,6295	0,0016	<0,0001	0,0081
Elongase	64,2	60,9	0,3278	62,8	63,3	64,9	59,7	62,0	0,5183	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

[1]h=18:1n-9+18:2n-6+18:2c9t11+18:3n-6+18:3n-3+20:3n-6+20:4n-6+20:5n-3+22:4n-6+22:6n-3; H=12:0+14:0+14:1+16:0+16:1; Neutro=10:0+18:0; Residual=15:0+17:0+17:1+20:3n-9+20:2+24:1n-9; Trombogenicidade=(14:0+16:0+18:0)/((0,5*Mono)+(0,5*n-6)+(3*n-3)+(n-3/n-6)); Aterogenicidade=(12:0+(4*14:0)+16:0)/(Mono+n-6+n-3); Δ9 Dessaturase C16=100*(16:1c9/(16:0+16:1c9)); Δ9 Dessaturase C18=100*(18:1c9/(18:0+18:1c9)); Elongase=100*(18:0+18:1c9)/(16:0+16:1c9+18:0+18:1c9).

Foram apresentadas quantidades obtidas a partir do total dos AG identificados, como somatórias, classificações e índices de importância para a saúde do consumidor e relações clássicas, como as de AGPI por AGS e entre os ômegas (6 e 3) (Tabela 6). Devido à maior relevância no quesito de saúde humana e a interação estatística observada, para os resultados de CLA total, ômegas, EPA+DHA e total de AG Neutro, foi realizado o desdobramento estatístico de cada um deles (Tabela 7).

Não houve interação estatística significativa para nenhuma das somatórias apresentadas (Tabela 6). No entanto, para todas, houve diferença significativa entre os cortes. Em que foi observado, maior concentração de AGS no Contrafilé (44,34%) em relação aos demais. Já o total de insaturados, foi maior na Picanha (54,5%) e Ponta de Peito (54,1%), os quais também apresentaram maiores valores da fração AGMI (48,6 e 48,9%, respectivamente). Em relação ao total de AGPI, a maior concentração foi observada no Lagarto (6,76%). Por consequência, a maior relação AGPI/AGS também fora observada neste corte (0,168%) e a menor, no Contrafilé (0,111%). Diante desse cenário, nota-se que, de acordo com o perfil de AG identificados, o Lagarto, Picanha e Paleta são mais ricos em AGPI, os quais seriam mais desejáveis para o consumo, devido aos benefícios à saúde humana. Já em relação aos GG, o grupo Nelore apresentou maior vantagem de acordo com as somatórias aqui discutidas, pois apresentou significativamente menor concentração de AGS (41,4 x 42,6%) e maior de AGPI (6,18 x 5,19%), em relação aos animais cruzados (Nel+SG). Tais resultados é o que se busca ao produzir uma carne pensando em promover não só uma experiência sensorial apreciável para o consumidor como também um produto benéfico, sendo considerado mais saudável, com concentrações melhores/maiores de AG desejáveis, como os poli-insaturados. De acordo com esses resultados, também pode-se obter maior relação significativa de AGPI/AGS no grupo Nelore (0,15 x 0,12). De qualquer maneira, ambos valores se enquadram na faixa citada por Wood e Enser (1997), que alegaram que a relação AGPI/AGS para a carne bovina normalmente se encontra entre 0,11 a 0,15. De Smet et al. (2004), afirmaram que essa proporção AGPI/AGS diminui conforme aumenta a concentração de gordura intramuscular até atingir o ponto de estabilização, podendo

ser em raças “gordas” muito baixa, próximo a 0,05, e em raças “magras”, como os animais de musculatura dupla, bem superiores, próximo a 0,5. E também por Duckett (2002), que concluiu que a carne bovina, em geral, possui em composição, aproximadamente, 44% de AGS, 45% AGMI e 5% AGPI. Apesar das variações observadas na literatura, que também podem se justificar pelo sistema de terminação realizado, alguns autores relataram valores com comportamento similares e, a maioria, próximos dos aqui apresentados, sendo também maiores as proporções em animais que possuem a genética do gado Zebu em suas raças.

Os resultados obtidos, devido ao total identificado, influenciam na somatória dos AG que são considerados como prejudiciais, podendo aumentar o colesterol sanguíneo, e os que classificados por não causar malefícios, podendo até ajudar a diminui-lo, controlá-lo. Os AG considerados hipercolesterolêmicos, são os saturados e monoinsaturados, exceto os C18. Houve interação significativa ($P<0,0001$) para essa classificação, mostrando que o aumento da deposição de gordura devido a diferença genética, influencia na deposição de gordura entre os cortes e, por consequência, na concentração de AG que compõe cada um deles. Sendo assim, em coerência com os resultados discutidos acima, o grupo de animais cruzados (Nel+SG), apresentou maior concentração desses AG (31,5 x 28,8%), do mesmo modo nos cortes de maior acúmulo e deposição de gordura de acabamento na carcaça, Picanha (33,4%) e Ponta de Peito (30,4%), e no Contrafilé (30,31%), que apresentou maior concentração total de AGS. Por outro lado, os que são considerados como hipocolesterolêmicos, são os da família do C18 e os AGPI discutidos na tabela 5, e pela influência dessa classe de AG (os PI), pode-se observar comportamento similar ao discutido sobre as somatórias aqui acima. Em que, o grupo Nelore apresentou maior concentração significativa ($P<0,0001$) dessa classificação em relação ao cruzado (5,39 x 4,35%, respectivamente). De maneira geral, os cortes que se sobressaíram em relação aos outros, apresentando melhores resultados entre essas duas classificações, foram o Lagarto e a Paleta, cortes mais magros em relação à quantidade de gordura e ricos em poli-insaturados, o que garantiu

os menores valores para os AG hiper e maiores para os hipocolesterolêmicos (28,5 e 28,0; 5,44 e 5,00, para Lagarto e Paleta; hiper e hipo, respectivamente).

Interação significativa foi observada para as enzimas Δ9-Dessaturases, tanto a C16 quanto a C18, entre os GG e cortes cárneos analisados. De maneira geral, os resultados seguem o que fora observado para os AG da família C16 e C18, discutidos anteriormente no decorrer das tabelas citadas acima. O grupo de animais cruzados (Nel+SG), apresentando maior quantidade de gordura total, de AG total identificados e, entre eles, maior concentração de AGS, apresentaram maiores quantidades de dessaturases. Sendo assim, também influenciaram nos cortes que apresentaram maior quantidade lipídica e maiores concentrações de AGS e AMI dos grupos C16 e C18, como a Picanha e Ponta de Peito. Essas enzimas são importantíssimas e altamente desejáveis, pois conseguem transformar os AGS em AGPI, sintetizando os ω6 e ω3, o que viabiliza beneficamente o perfil lipídico do corte e/ou da carcaça em geral. A enzima Δ9-Dessaturase C18, tem atuação importante pelo fato de estar diretamente relacionada com a produção de CLA (18:2 c9, t11) a partir do ácido transvacênico (18:1 t11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico (18:2) e linolênico (18:3) pelas bactérias ruminais (Fernandes et al., 2009). Malau-Aduli et al. (1997), e Beaulieu et al. (2002), destacaram que a atividade das enzimas Δ9-Dessaturases pode ser alterada por diversos fatores como por exemplo, raça, idade, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais.

Os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) são interessantes na avaliação do perfil lipídico, sendo a redução dos valores desses índices importante, pois ocorre tanto pelo decréscimo das concentrações dos AGS, quanto pelo aumento dos AGMI e AGPI, principalmente, do CLA c9, t11, considerados benéficos à saúde humana (Lopes et al., 2012). A redução desses índices demonstra o potencial que existe para a produtos com qualidade nutricional mais adequada para a saúde humana (Barros et al., 2013). De acordo com os resultados da tabela 6, houve interação significativa ($P<0,0001$) para IA entre os GG e os cortes cárneos deste estudo, sendo maior o índice no grupo Nel+SG (0,797%) e com isso, influenciando nos cortes onde ocorre maior

deposição de gordura de acabamento, Picanha e Ponta de Peito (0,870 e 0,772%, respectivamente). De qualquer forma, os índices dos dois GG e dos cinco cortes avaliados, ficaram dentro da faixa estabelecida, valores entre 0,5 e 1,0%, citada por Bobe et al. (2004).

Houve interação significativa (P<0,0001) entre os GG e os cortes para a ação de elongases (Tabela 6), sendo bem superior nos animais zebuínos (64,2% Nel; 60,9% Nel+SG), o que pode justificar/confirmar também a maior quantidade de AGPI e de ω3 de cadeia longa neste grupo em relação ao de animais cruzados.

Tabela 7 – Desdobramento da interação de algumas classificações (% do total identificado) e relações entre ácidos graxos de cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

GG	Corte					
	Contrafilé	Lagarto	Paleta	Picanha	Ponta de Peito	Probabilidade
Ácido linoleico conjugado CLA Total (18:2 t7c9 +18:2 c9 t11)						
NE	0,234 c	0,299 b	0,278 bc	0,401 a	0,317 b	<0,0001
NE+SG	0,217 c	0,247 c	0,262 bc	0,320 ab	0,346 a	<00,0001
Probabilidade	0,3984	0,0102	0,4161	<0,0001	0,1425	
ω3						
NE	1,47 b	2,00 b	1,60 b	3,23 a	1,28 b	<0,0001
NE+SG	1,93 ab	1,65 ab	1,28 b	2,16 a	1,37 ab	<0,0001
Probabilidade	0,0730	0,1662	0,2086	<,0001	0,7489	
ω6/ω3						
NE	2,09 b	2,44 ab	2,69 a	1,07 c	2,70 a	<0,0001
NE+SG	1,38 b	2,36 a	2,52 a	1,12 b	2,32 a	<0,0001
Probabilidade	<0,0001	0,5445	0,2441	0,6740	0,0061	
EPA + DHA						
NE	0,069 b	0,132 b	0,121 b	1,88 a	0,113 b	<0,0001
NE+SG	0,079 b	0,117 b	0,095 b	1,27 a	0,094 b	<0,0001
Probabilidade	0,9195	0,8818	0,8074	<0,0001	0,8538	
AG Neutro						
NE	14,1 a	12,6 a	13,5 a	8,56 b	13,4 a	<0,0001
NE+SG	12,8 a	11,5 ab	12,4 ab	10,4 bc	9,32 c	<0,0001
Probabilidade	0,0643	0,1159	0,1157	0,0089	<0,0001	

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Foram desdobrados estatisticamente alguns AG que apresentaram interação significativa entre os GG e os cortes em estudo para poder melhor discuti-los (Tabela 7).

Pode-se observar que o total de CLA (18:2 t7c9 + c9t11), foi maior no grupo genético dos animais Nelore, sendo assim devido à interação constatada, maior em todos os cortes de maneira geral, quando comparados com o grupo dos animais com genética cruzada. Todos os resultados que podem interferir no total de CLA, foram maiores no grupo Nelore em relação ao Cruzado (CLA (18:2) tabela 6; 18:0 tabela 3; 18:2 c9 t11 e t7c9 tabela 5, total de AGPI tabela 6). A interação foi dada devido à diferença significativa observada no Lagarto (P=0,0102) e na Picanha (P<0,0001), entre os dois GG. Nos demais possíveis resultados citados (CLA total e CLA c9t11), a Picanha também obteve maiores concentrações em relação aos demais, justificando então, a maior diferença identificada nesse corte em especial.

O aumento de ω3 na carne pode influenciar a cor, reduzir o tempo de prateleira e melhorar os atributos sensoriais da carne (Scollan et al., 2006). Também está relacionado com a diminuição dos efeitos deletérios das gorduras à saúde humana, como redução dos riscos de doenças cardíacas e por evitarem a formação de trombos (Enser, 2001; HU, 2001). Houve diferença para o total de AG ω3 identificados entre os GG (P<0,0001), e interação significativa para a Picanha (P<0,0061) entre eles, sem interação para os demais (Tabela 7). De maneira geral, o total de ω3 (tabela 6) foi maior nos animais Nelore em comparação com os cruzados (1,92% x 1,67%), por consequência, sendo maior também a concentração no corte da picanha dos animais pertencentes a esse GG (3,23% Nel e 2,16% Nel+SG). Essa diferença é explicada pelos resultados apresentados e já discutidos na tabela 6, na qual pode-se observar que todos os resultados que compõem ou influenciam de alguma maneira a síntese e o total de ω3, como as concentrações de AGPI total, AG ω3 de cadeia longa e relação AGPI/AGS, se apresentaram exatamente de forma similar, maiores estatisticamente no GG Nel e dentre os cortes de modo geral, na Picanha; o que, portanto, já era esperado e, que sendo assim, confirma o desdobramento significativo obtido e sustenta essa discussão.

É importante ressaltar que a concentração de ω3, é fundamental para o equilíbrio da relação ω6/ω3, a qual é obtida em melhor proporção na carne de animais terminados a pasto, devido a maior quantidade de AG ω3 proveniente da base alimentar desse sistema. O recomendado pela Organização Mundial da Saúde para que a dieta possa ser considerada benéfica, saudável e capaz de reduzir riscos de câncer, problemas coronários, ações inflamatórias, entre outros, é que a proporção de ω6/ω3 seja inferior a 4 (<4/1) para carne (OMS, 2003). Santos et al. (2015), afirmaram que se pode atribuir melhor valor nutricional às carnes de animais zebuínos em relação aos taurinos pois estes apresentaram menor relação ω6/ω3 (1,58 zebuínos x 1,88 taurinos). De acordo com o desdobramento detalhado na tabela 7, observou-se que a maior relação obtida com animais zebuínos, influenciou na maior relação deste GG entre todos os cortes, com exceção da Picanha, que pode ser justificado devido à grande quantidade de AG ω3, significativamente maior (P<0,0001), neste corte em relação aos demais, o que provavelmente, influenciou na proporção final em balanço com os AG ω6. A interação observada para esta relação, foi causada devido às diferenças estatísticas mais discrepantes no Contrafilé (2,09 x 1,38) e na Ponta de Peito (2,70 x 2,32), entre os grupos Nel e Nel+SG, respectivamente, o que pode ser justificado devido às elevadas concentrações de AG ω6 total presentes nesses dois cortes nos animais Nelore, os quais apresentaram na tabela 6 total de ω6 significativamente superior em comparação com os animais cruzados (3,75% x 3,04). Contudo, por mais que tenham sido identificadas diferenças entre os diversos cortes e GG avaliados neste estudo, todos os resultados sem nenhuma exceção, estão dentro da proporção considerada ideal, desejável e benéfica (<4:1) para garantir um consumo seguro, sem prejuízos e/ou preocupações à saúde humana, segundo a OMS.

Como apresentado na tabela 7, houve interação significativa no corte da Picanha (P<0,0001) entre os GG para a somatória de EPA+DHA. A Picanha também apresentou maiores concentrações em todos os possíveis fatores de influência para esse resultado, como na somatória dos AG em questão (EPA+DHA), total de dessaturasses e total ω3 cadeia longa (Tabela 6), além dos valores individuais de cada um deles, apresentados

na tabela 5, em que a Picanha teve grande diferença em relação aos demais cortes (% de EPA = 1,13 x 0,004 Contrafilé, 0,002 Lagarto, 0,015 Paleta e 0,044 Ponta de Peito; % de DHA = 0,45 x 0,07, 0,12, 0,09 e 0,06, para os mesmos cortes respectivamente). Os humanos possuem a capacidade de transformar ácido linolênico (αLA) em EPA e DHA, através das enzimas elongases e dessaturares. Vahmani et al. (2017), citaram que alimentando os animais com porções de αLA (precursor desses AGPI de cadeia longa ω3) aumentou a quantidade de EPA de DHA na carne (Juarez et al., 2011; Noci et al., 2007; Nuernberg et al., 2005; Scollan et al., 2001). Como relatado pelos autores, o αLA é precursor do EPA e DHA, esse AG também foi superior nos animais Nel e dentre os cortes, superior na Picanha, o que também pode justificar os resultados aqui discutidos, devido a essa capacidade de síntese/ transformação.

Como citado por Pavan et al. (2013), o aumento do conteúdo lipídico total aumenta o conteúdo de AG individuais, especialmente aqueles que estão em maior proporção na fração lipídica neutra (Dinh et al., 2010; Wood et al., 2008). A classificação de AG neutro considerada neste presente trabalho (Tabela 6), se resume à somatória dos AG cáprico e esteárico (10:0 e 18:0, respectivamente). No desdobramento apresentado na tabela 7, notou-se que a interação foi significativa devido às maiores diferenças estatísticas na Picanha (P=0,0089) e Ponta de Peite (P=<0,0001) entre os dois GG em estudo. De maneira geral, pode-se observar que os animais do grupo Nelore apresentaram maiores concentrações dessa somatória do que os animais cruzados. Tais resultados, beneficiam o consumo destes cortes cárneos, quando considera-se que o grupo de AG neutro não são prejudiciais à saúde do consumidor, podendo inclusive auxiliar no controle e redução das taxas de colesterol sanguíneo.

Tabela 8 - Outras quantidades, índices e classificações dos ácidos graxos, em mg/100 g de carne, de cinco cortes (Contra – contrafilé, Lagarto, Paleta, Picanha, PonPei – Ponta de Peito) provenientes de fêmeas Nelore (Nel) e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis (Nel+SG)

Ácido graxo[1]	Grupo Genético			Corte						Probabilidade		
	Nel	Nel+SG	EPM	Contra	Lagarto	Paleta	Picanha	PonPei	EPM	GG	Corte	GG*Corte
Total Saturados	1353	1667	73,25	1239b	975b	1351b	2081a	1903a	115,82	0,0029	<0,0001	0,0982
Total Poli-insaturados	179	183	4,581	120	143	166	268	208	7,242	0,5168	<0,0001	0,0021
LA (18:2 c6 ω6)	74,0	72,7	2,198	47,8d	52,9d	69,6c	112,1a	84,5b	3,475	0,6682	<0,0001	0,0558
αLA (18:3ω3)	23,1	24,6	1,030	13,6	15,4	19,9	40,3	29,7	1,629	0,2977	<0,0001	<0,0001
EPA (20:5ω3)	11,3	9,44	0,580	0,118	0,046	0,472	49,6	1,57	0,918	0,0252	<0,0001	0,0003
DHA (22:6ω3)	5,95	5,75	0,287	1,70b	2,61b	2,60b	20,1a	2,22b	0,454	0,6135	<0,0001	0,9157
EPA+DHA	17,2	15,9	0,756	1,82	2,66	3,07	69,8	3,78	1,195	0,0556	<0,0001	0,0050
ω3 Total	58,6	60,3	1,956	42,4	38,5	41,9	120,2	54,1	3,108	0,5442	<0,0001	0,0009
ω3 cadeia longa	29,3	28,0	0,860	13,5	19,6	18,7	70,9	20,7	1,360	0,2853	<0,0001	0,0434
CLA (18:2 c9 t11)	7,64	8,97	0,647	5,48	0,326	8,21	16,1	11,4	1,023	0,1491	<0,0001	0,0014

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

[1]LA = ácido linoleico; αLA = ácido linolênico; EPA = ácido eicosapentaenoico; DHA = ácido docosahexaenoico; CLA 18:2 c9t11 = ácido rumênico.

Devido à preocupação cada vez mais crescente da população em saber o que realmente se está consumindo, saber sobre os aspectos da qualidade nutricional e não só sensorial, tem-se apresentado resultados de ácidos graxos expressos em mg/100 g de carne (Tabela 8), assim sabe-se exatamente o que será ingerindo a cada porção de 100 g do produto. A demanda por essas informações mais detalhadas é resultante de um novo estilo de vida.

De acordo com Pavan et al. (2013), os consumidores preocupados com o conteúdo lipídico dos alimentos e o perfil de ácidos graxos devem considerar que existem diferenças nessas variáveis entre os cortes comerciais, tal afirmação corrobora com os resultados apresentados ao longo de todo esse estudo, os quais apresentaram diferença significativa para as variáveis de composição e para praticamente todos os AG identificados. Mesmo com as diferenças observadas entre os cortes, segundo a definição de McNeill et al. (2011), todos podem ser considerados “magros” (carne que contem menos de 10% de gordura total e até 4,5g de AG saturados). Como demonstrado na tabela 8, o grupo Nelore apresentou 0,3 g a menos que o grupo cruzado, isso se deve pela quantidade de AGS totais já discutidos anteriormente e pelo maior acúmulo/deposição de gordura do grupo Nel+SG em comparação aos zebuínos, ainda assim os dois podem ser considerados magros, de acordo com critério dos autores citados (1,3g Nel e 1,7g Nel+SG, total de AGS). Em relação aos cortes, os que apresentaram menores quantidades de AGS foram o Lagarto (0,97g) e o Contrafilé (1,24g) e os que obtiveram maiores concentrações foram os cortes com local de maior acúmulo de gordura de acabamento e maior concentração lipídica total, a Picanha (2,1g) e a Ponta de Peito (1,9g), ainda assim, permanecendo dentro da faixa definida com carne “magra”, sendo aceito e não prejudicial seu consumo, consciente e moderado.

Daley et al. (2010), mencionaram que institutos de saúde publicaram recomendações de ingestões diárias para ácidos graxos; as recomendações específicas incluem 650 mg de EPA e DHA, 2,22 g/dia de αLA e 4,44 g/dia de LA. Warren et al. (2008), avaliando animais da raça Angus terminados com silagem de gramínea,

observaram valores de LA de 46.6, de αLA de 20,6, de EPA de 18,6 e DHA 4,7, mg/100g de carne, respectivamente, corroborando, de maneira geral, com os obtidos neste presente estudo (tabela 8).

Vahmani et al. (2017), mencionaram que não há nenhuma recomendação oficial disponível para os ácidos vacênico (18:1 t11) e rumênico (CLA 18:2 c9t11) apesar de seus benefícios já relatados à saúde. No entanto, vários estudos estimaram a ingestão do ác. rumênico necessária para exercer efeitos protetores contra o câncer em humanos, com base em doses efetivas em estudos com animais, sendo então a recomendação de ingestão deste AG, afim de proteger contra câncer, aterosclerose e diabetes mellitus tipo II, entre 0,60 a 3,2 g/dia (Siurana e Calsamiglia, 2016). Kelly et al. (1998), citaram variação de CLA para carne de ruminantes de 3 a 7 mg/g. Com exceção do Lagarto e do Contrafilé (Tabela 8), todos os outros cortes cárneos, dentre os dois GG, apresentaram concentrações superiores às mencionadas pelos autores referidos acima.

Contudo, ainda com as diferenças identificadas, todos os cinco cortes cárneos e, dessa maneira, a carne produzida referente aos dois GG avaliados neste estudo, se enquadram como carnes “magras”, benéficas e desejáveis para consumo, considerando a relação ω6/ω3, podendo ser indicadas como ótima fonte de alimento para compor e auxiliar no equilíbrio de uma dieta saudável, sem causar prejuízos a saúde do consumidor, em seu balanço nutricional diário.

5. CONCLUSÃO

O cruzamento de fêmeas Nelore com Santa Gertrudis torna-se uma ferramenta de produção positiva, o que influenciou diretamente nos parâmetros relacionados à maciez, contudo, os dois grupos genéticos, apresentaram resultados dentro do padrão desejável para os atributos de qualidade de carne avaliados. Dentre os cinco cortes estudados, a Picanha apresentou melhor resultado nas avaliações, podendo então, ser

considerada ótima opção para atender aos requisitos sensoriais e nutricionais tão almejados pelos consumidores de carne bovina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E. D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of meat science**. 4th edition. New York: Kendall Hunt Publishing Company, 354p. 2001.

ABIEC. BeefREPORT Perfil da Pecuária no Brasil 2020. https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%C3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf. Acessado em: 21 de novembro de 2020.

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. 2nd edition. **American Meat Science Association**. 205p., 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC: 1995. 1011p.

BARROS, P. A. V.; GLÓRIA, M. B. A.; LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S.; SOUZA, S. M.; MOURTHÉ, M. H. F.; LEÃO, M. I. Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p. 1545-1553, 2013.

BEAULIEU, A. D.; DRACKLEY, J. K.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11 octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate died supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 847-861, 2002.

BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EM EL SIGLO XXI, 1999, Badajoz. **Anais...**Badajoz: Colégio Oficial de Veterinários de Badajoz, p. 283-313, 1999.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOBE, G.; ZIMMERMAN, S.; HAMMOND, E. G.; FREEMAN, G.; LINDBERG, G. L.; DONALD, C. B. texture of butters made from milks differing in indices of atherogenicity. **Iowa State University Animal Industry**, Dairy Report, 3 p., 2004.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v.15, p.11-17, 1995.

COOK, M.E.; WHIGHAM, L.D.; YANG, M. CLA inhibits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal andti-inflammatory drugs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLA, 1., 2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: NATURAL ASA, p.6-7, 2001.

COSTA, F. S.; CABRAL, A. R.; SILVA, S. L.; SILVA, M. A. I.; HENRIQUE, W.; MAZALLI, M. R.; BALDI, F. S.; MUELLER, L. F.; FERRINHO, A. M.; CORTE, R. R. P. S.; PEREIRA, A. S. C. Effects of n-3 and n-6 feeding sources on the quality and lipid oxidation of meat from feedlot-finished *Bos indicus* steers. **Meat Science**, v.161, 107966, p. 1-7, 2020.

CROSS, H. R.; CARPENTE, Z. I.; SMITH, G. G. Effect of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, p. 998-1003, 1973.

CRUZ, G.M. Avaliação qualitativa e quantitativa da carcaça de bovinos. In: ESTEVES, S.N. Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de alimentação e terminação. São Carlos: **Embrapa-CPPSE, Documentos, 27**, p. 58-75, 1997.

DALEY, C. A.; ABOTT, A.; DOYLE, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**. 9:10, p. 1-12, 2010.

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

DEPARTMENT OF HEALTH. Report on health and social subjects nº46. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. HMSO: London, 1994. 178 p.

DEPETRIS, G.; SANTINI, F.J. **Sistemas de alimentación y su impacto sobre las características químicas y organolépticas de la carne en bovinos**. Estación Experimental Agropecuaria Balcare - Grupo de nutrición, metabolismo y calidad de producto, 2009.

DINH, T. T. N.; BLANTON, J. R.; RILEY, D. G.; CHASE, C. C.; COLEMAN, S. W.; PHILLIPS, W. A.; Intramuscular fat and fatty acid composition of longissimus muscle from divergent pure breeds of cattle. **Journal of Animal Science**, 88(2), 756–766, 2010.

DUCKETT, S. K. Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition, **Certified Angus Beef**, 2002.

ENSER, M.; SCOLLAN, N.; GULATI, S.; RICHARDSON, I.; NUTE, G.; WOOD, J. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. **Proceedings of the 47th International Congress of Meat Science and Technology**, v.1, p.12–13, 2001.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.'TULLIO, R. R.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, T. M. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FERRAZ, J. B. S.; FELICIO, P. E. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v.84, p. 238-243, 2010.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues, **Journal of Biology and Chemistry**, v. 226, p. 497–509, 1957.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, v.56, p.173-180, 2000.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effects of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscle in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p. 1-26, 2001.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne - Fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

HAMM, R. **Functional properties of the miofibrilar system and their measurement.** In: BECHTEL, P.J. Muscle as food. Orlando: Academic Press, 1986. p. 135-199.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447–457, 1998.

HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced meat. **Meat Science**, Champaign, v. 55, n. 3, p. 331-336, 2000.

HU, F. B. The balance between ω-6 and ω-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, Boston, v. 17, n. 9, p. 741-742, 2001.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, H. W.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p. 828836, 2013.

JUAREZ, M.; DUGAN, M. E.; AALHUS, J. L.; ALDAI, N.; BASARAB, J. A.; BARON, V. S.; MCALLISTER, T. A. Effects of vitamin E and flaxseed on rumen-derived fatty acid intermediates in beef intramuscular fat. **Meat Science**, 88(3), 434–440, 2011.

KELLY, M. L.; BERRY, J. R.; DWYER, D. A.; Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, v.128, p. 881-885, 1998.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, v. 32, p. 1219–1228, 1997.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Angus e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 978-985, 2012.

MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K. et al. A comparison of the fatty acid composition of tryacilglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.

McNEILL, S. H.; HARRIS, K. B.; FIELD, T. G.; VAN ELSWYK, M. E. The evolution of lean beef: Identifying lean beef in today's U.S. marketplace. **Meat Science**, 90(1), 1–8, 2011.

MIR, P. S.; IVAN, M.; HE, M. L.; PINK, B.; OKINE, E.; GOONEWARDENE, L.; McALLISTER, T. A.; WESELAKE, R. MIR, Z. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 4, p. 673-685, 2003.

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E. D.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N. D.; NASCIMENTO, W. G. D. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus x Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p. 609–616, 2003.

MOREIRA, J.; KLEIN, P.; ARALDI, D. F. Fatores que interferem no perfil dos ácidos graxos da carne bovina: Revisão de Literatura. XX Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, Cruz Alta/RS. **Anais...** 2015.

NASSU, R. T.; DUGAN, M. E. R.; TULLIO, R. R.; ALENCAR, M. Composição em ácidos graxos de carne bovina de animais cruzados terminados a pasto ou confinamento. VI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, **Anais...** 2011.

NOCI, F.; FRENCH, P.; MONAHAN, F. J.; MOLONEY, A. P. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of grazing heifers supplemented with plant oil-enriched concentrates. **Journal of Animal Science**, 85(4), 1062–1073, 2007.

NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N. D.; RICHARDSON, R. I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science,** 94(1–2), 137–147, 2005.

PACHECO, R. F.; MAYER, A. R.; VAZ, M. A. B.; POTTER, L.; CATTELAM, J.; CALLEGARO, A. M.; PIZZUTI, L. A. D.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; PACHECO, P. S. Qualitative characteristics of meat from cull cows of different genotypes and age class slaughter under different finishing systems: a meta-analytic approach. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.87, n.2, p. 1083-1093, 2015.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K. Fatty acid composition and interrelationships among eight retail cuts of grass-feed beef. **Meat Science**, v.93, p. 371–377, 2013.

PEREIRA, P. M. R. C.; PINTO, M. F.; ABREU, U. G. P.; LARA, J. A. F. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p. 152-1527, 2009.

PRADO, I.N.; PRADO, R. M.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 17, p. 295–306, 2008.

PRADO, I. N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p. 1461-1476, 2011.

RODRIGUES, L. S.; MOURA, A. F.; PACHECO, R. F.; PAULA, P. C.; BRONDANI, I. L.; ALVEZ FILHO, D. C. Características da carcaça e da carne de vacas de Descarte abatidas com distintos pesos e grau de Acabamento – abordagem meta-analítica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.16, n.4, p. 508-516, 2015.

ROSSATO, L.V., BRESSAN, M.C., RODRIGUES, E.C., GAMA, L.T. da., BESSA, R.J.B., ALVES, S.P.A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de

bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.

SANTOS, M. S. dos; NOGUEIRA, H. C.; FERREIRA, R. R.; SANTOS, P. B. dos; LEÃO, E. de S.; OLIVEIRA, A. P. de; SANTANA JÚNIOR, H. A. de. Qualidade da carne de bovinos terminados em pastejo. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia**, UNIPAR, Umuarama, v.18, n.2, p. 109-114, 2015.

SAS - Statistical Analysis System. **User´s guide**. Cary:Statistics, CD-ROM, 2001.

SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, 85(1), 115–124, 2001.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERNBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Champaign, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: I. Evaluation of beef longissimus Warner-Bratzler shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. **Journal of Animal Science**, (in press), 1997.

SILVA, R. G. D.; PRADO, I. N. D.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. D. Dietary effects on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira,** v. 37, p. 95–101, 2002.

SIMOPOULUS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.438-463, 1991.

SIMOPOULUS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.56, n.8, p. 365-379, 2002.

SIURANA, A.; CALSAMIGLIA, S. A metaanalysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. **Animal Feed Science and Technology**, 217, 13–26, 2016.

TORRESCANO, G.; SÁNCHEZ-ESCALANTE, A.; GIMÉNEZ, B.; RONCALÉS, P.; BELTRÁN, J. A. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. **Meat Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 85-91, 2003.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VAHMANI, P.; ROLLAND, D. C.; McALLISTER, H. C.; BLOCK, H. C.; GUAN, L. L.; PRIETO, N.; LÓPEZ-CAMPOS, O.; AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition. **Meat Science**, v. 131, p. 9–17, 2017.

VARELA, A.; OLIETE, B.; MORENO, T. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, v.67, p.515-522, 2004.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira Zootecnia,** v.30, n.3, p.1120- 1126, 2000.

WARREN, H. E.; SCOLLAN, N. D.; ENSER, M.; HUGHES, S. I.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages, I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, v.78, p. 256-269, 2008.

WHEELER, T. L.; VOTE, D.; LEHESKA, J. M.; SHACKELFORD, S. D.; BELK, K. E.; WULF, D. M.; GWARTNEY, B. L.; KOOHMARAIE, M. The efficacy of three objective systems for identifying beef cuts that can be guaranteed tender. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 3315-3327, 2002.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechie**, v.49, p.165-180, 2000.

WOESSNER JUNIOR, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.93, p. 440-447, 1961.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint **WHO/FAO** expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva, 2003.

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal Nutrition Supplement**, v.1, S49-S60, 1997.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, 78, 343–358, 2008.

CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS CONTEMPORÂNEAS

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar e identificar as características da composição das fibras musculares em cinco músculos distintos, de sustentação e locomoção dos quartos traseiro e dianteiro, de carcaças de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos. Foram utilizadas 32 fêmeas contemporâneas, criadas e terminadas a pasto, sendo 16 puras da raça Nelore e 16 cruzadas ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis. Após o abate dos animais, foram coletadas na carcaça quente amostras dos cortes do Contrafilé, Picanha, Lagarto, Paleta e Ponta de Peito. Essas amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. Para obtenção de secções semi-seriadas transversais das fibras (12 µm de espessura), foram colhidas amostras em várias lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo das mesmas, utilizando a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por Dubowitz & Brooke (1973). Para avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi utilizada a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por Olgivie e Feedback (1990). Os parâmetros analisados das fibras musculares foram: área total relativa (AT), comprimento total relativo (CT), quantidade média (QM), quantidade total de cada tipo de fibra (QS) e frequência, porcentagem identificada (F), de cada tipo. Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal, capturadas (fotografadas) e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, pelo software Image-Pro Plus versão 6.0. Os dados foram analisados pelo Procedimento Mixed do SAS, considerando o Trifator Grupo Genético (GG), Corte e Fibra como efeitos fixos. Também fora realizado análises de interação entre os fatores. As médias foram ajustadas pelo *Tukey* a 5% de significância. Os 3 tipos de fibras se diferenciaram entre si ($p<0,05$) em todas as variáveis avaliadas. Houve interação significativa para QT, QM e F. De modo geral, as fibras oxidativas apresentaram menor AT e CT e, independente do músculo, em menor quantidade e F; já as fibras glicolíticas foram as maiores e, exceto no corte da picanha, foram observadas em maior quantidade e frequência total.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, ciência da carne, composição muscular, tipificação de fibras

MUSCLE FIBERS CHARACTERISTICS OF DIFFERENT CUTS FROM CONTEMPORARY NELLORE AND NELLORE + SANTA GERTRUDIS FEMALES

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate and identify the characteristics of the composition of the muscle fibers in five different muscles, of support and locomotion of the fore and hindquarters, of carcasses of bovine females belonging to two genetic groups. 32 contemporary females were used, raised and finished on pasture, 16 purebred Nellore and 16 crossed ½ Nellore + ½ Santa Gertrudis. After slaughtering the animals, samples of hot carcass from the cuts were collected. These samples were fixed in N-Hexane, placed in cryotubes and stored in liquid nitrogen. To obtain semi-serial cross sections of the fibers (12 μm), samples were collected on several slides previously identified, and subsequently subjected to histochemical analyzes to determine the speed of myosin contraction and type of metabolism, using the technique of Nicotinamide Adenine Dinucleotide Tetrazolium Reductase (NADH-TR), modified by Dubowitz & Brooke (1973). To evaluate the type of myosin (slow or fast contraction), the technique adapted from the metachromatic staining method of ATPase activity in myofibrils (m-ATPase) was used, described by Olgivie e Feedback (1990). The parameters analyzed for muscle fibers were: total relative area (TRA), total relative lenght (TRL), average quantity (AQ), total quantity of each type of fiber (QT) and frequency, identified percentage (F), of each type. The data were obtained from all images of the histological sections of each animal, captured (photographed) and analyzed using the image analysis system, using the Image-Pro Plus software version 6.0. The data were analyzed by the Mixed Procedure of the SAS, considering the three factor Genetic Group (GG), Cut and Fiber as fixed effects. Interaction analyzes between factors were also carried out. The means were adjusted by Tukey to 5% of significance. The 3 types of fibers differed from each other ($p < 0.05$) in all variables evaluated. There was significant interaction for QT, QM and F. In general, the oxidative fibers showed lower AT and CT and, independently of the muscle, in a smaller amount and F; glycolytic fibers, on the other hand, were the largest and, except for the sirloin cut (rump cap), they were observed in greater quantity and total frequency.

Keywords: beef cattle, meat science, muscle composition, fiber typing

1. INTRODUÇÃO

A massa muscular produzida por um animal e a velocidade de crescimento depende do número de fibras musculares (hiperplasia) que compõe um músculo e do diâmetro de cada fibra (hipertrofia). A qualidade da carne produzida é diretamente influenciada pela frequência de ocorrência de cada tipo de fibra muscular que formam o músculo, que serão determinantes no metabolismo *post-mortem* de transformação do músculo em carne. O entendimento de como ocorre e de como podem ser manipulados o crescimento e desenvolvimento do tecido muscular esquelético é muito importante para a produção econômica de carne de qualidade. O tecido muscular é composto basicamente por três tipos de fibras musculares: oxidativas de contração lenta (Tipo I, vermelhas e aeróbicas), intermediárias de contração rápida (Tipo II A, oxidativas glicolíticas) e as glicolíticas de contração rápida (Tipo II B, brancas, anaeróbicas) (Bridi et al., 2016).

Ainda de acordo com os autores, as características fisiológicas e metabólicas e o tamanho final do tecido muscular, uma vez cessado o crescimento, dependem grandemente da proporção dos tipos de fibras. A frequência de ocorrência de cada tipo de fibra no músculo é influenciada pela genética, nutrição e manejo dos animais. Os músculos que contêm muitas fibras do tipo I são chamados de músculos vermelhos, por serem mais escuros do que os outros músculos. Os músculos vermelhos, respondem lentamente e têm grande latência, são adaptados para contrações duradouras, lentas e mantenedoras da postura como, por exemplo, os longos músculos do dorso são músculos vermelhos. Os músculos brancos, que contêm maior número de fibras tipo II, têm abalos rápidos e são especializados para movimentos finos e dependentes de habilidade. Em geral, as fibras vermelhas e brancas desempenham funções distintas no animal vivo.

Lee et al. (2010), relataram que a morfologia da fibra muscular é representada por seu número total de fibras (NTF), área de seção transversal da fibra muscular (AF) e

comprimento da fibra muscular (CF). E que o potencial de crescimento muscular está intimamente relacionado ao NTF e a AF (Rehfeldt et al., 2000; Ruusunen e Puolanne, 1997). De acordo com estudos apresentados por Wright et al. (2017), foi demonstrado que a área da fibra difere entre animais *Bos indicus* e *Bos taurus*, apesar de não haver diferenças no tipo de fibra contrátil (Coles et al., 2014; Seideman et al., 1985; Waritthitham et al., 2010; Whipple et al., 1990). No mais, vários fatores, incluindo genética, raça e localização corporal, influenciam as características das fibras musculares; e as fibras também são altamente adaptáveis a fatores externos, como ambiente e exercícios (Klont et al., 1998; Ozawa et al., 2000; Rosser et al., 1992).

De acordo com Francisco et al. (2011), a avaliação das fibras musculares esqueléticas pode ser uma ferramenta utilizada para acompanhar o crescimento dos animais, de acordo com a idade e peso vivo, e a especificidade do desenvolvimento dos músculos. O perfil de um músculo, em relação à composição das fibras musculares, pode ser modificado por fatores como sexo, idade, função muscular, tipo de inervação, herança genética, condições ambientais, bem como o sistema de produção (Arnold e Meyer, 1988; Ashmore, 1974; Bee et al., 2007; Ozawa et al., 2000). Os autores citaram que várias espécies domésticas mostraram a importância do conhecimento das características das fibras musculares e suas possíveis modulações durante o crescimento (Albrecht et al., 2006; Ashmore et al., 1972; Peinado et al., 2004; Pette e Staron, 2000). No entanto, enfatizaram que estudos que auxiliem no real entendimento do desenvolvimento muscular, bem como na caracterização do tipo de fibra muscular, são necessários.

2. OBJETIVOS

Avaliar e identificar as características da composição das fibras musculares em cinco músculos, de sustentação e locomoção dos quartos traseiro e dianteiro (Contrafilé, Picanha, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta), de carcaças de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos, Nelore e Nelore + Santa Gertrudis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP e na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento, da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de São José do Rio Preto do Instituto de Zootecnia do Estado de são Paulo, em São José do Rio Preto, SP, Brasil.

3.2. Animais e avaliações

Foram utilizadas 32 fêmeas bovinas com idade média aproximada de 24 meses, sendo 16 da raça Nelore e 16 ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis, abatidos em frigorífico comercial, seguindo os procedimentos padrões e de acordo com o Serviço de Inspeção Estadual (Estado de São Paulo).

Para identificação e avaliação dos tipos de fibras musculares, foram retiradas com auxílio de bisturi cirúrgico amostras dos cinco músculos (Paleta, Ponta de Peito, Picanha, Lagarto e Contrafilé), de aproximadamente 1,0 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, logo após a pesagem dFibra a carcaça quente. Essas amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. Para obtenção de secções semi-seriadas transversais das fibras (12 µm de espessura), foram colhidas amostras em várias lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo das mesmas. Na identificação das fibras pelo tipo de metabolismo (oxidativo, oxidativoglicolítico ou glicolítico) das fibras musculares, foi utilizada a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por Dubowitz e Brooke (1973). Para avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi utilizada a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por Olgivie e Feedback (1990).

Os parâmetros analisados das fibras musculares foram: área total relativa (AT), comprimento total relativo (CT), quantidade média (média de cada tipo de fibra mensurada através da divisão de todas as fibras identificadas pela quantidade total de amostras analisadas (QM)), quantidade total de cada tipo de fibra (soma de todas as fibras analisadas em todas as amostras (QT)) e frequência (porcentagem identificada (F)) de cada tipo de fibra por campo microscópico analisado. A F média foi obtida como porcentagem do número total de fibras presentes por campo microscópico analisado. A ATR de cada tipo de fibra foi calculada em μm² e o comprimento em μm. Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal (32 animais x 5 cortes x 10 imagens/corte), fotografadas e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, com auxílio do software Image-Pro Plus versão 6.0 (Figura 1).

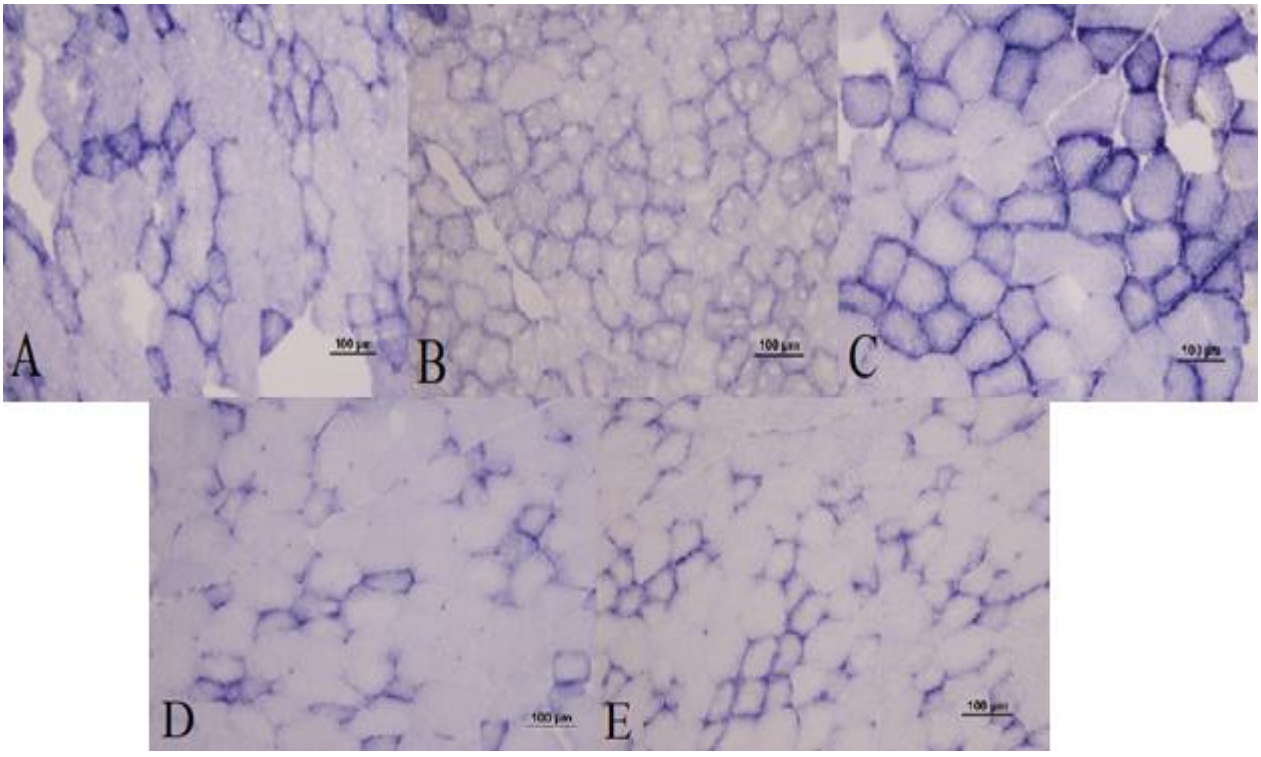


Figura 1. Corte histológico para análise de fibra muscular de fêmeas bovinas: **A** do Contrafilé (músculo de sustentação e padrão para análise de qualidade da carne); **B** da Picanha (músculo de sustentação do quarto traseiro); **C** da Ponta de Peito (músculo de sustentação do quarto dianteiro); **D** da Paleta (músculo de locomoção do quarto dianteiro); **E** do Lagarto (músculo de locomoção do quarto traseiro).

3.3. Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo Procedimento Mixed do SAS, considerando o Trifator Grupo Genético (GG), Corte e Fibra como efeitos fixos. Também foram realizadas análises de interação entre GG x Corte, GG x Fibra, Corte x fibra e GG x Corte x Fibra, para melhor analisar os dados. As médias foram ajustadas pelo teste *Tukey* a 5% de significância.

4. RESULTADOS

As características das fibras musculares dos diferentes cortes cárneos de fêmeas bovinas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis estão apresentadas na Tabela 1 (área, comprimento, quantidade média e frequência total para cada um dos três tipos de fibras analisados (vermelha/oxidativa, intermediária e branca/glicolítica) entre os dois grupos genéticos e entre os cinco cortes estudados).

Houve diferença significativa na variável área entre os tipos de fibra muscular e também, para comprimento de fibra dentre os cortes. Fibras vermelhas apresentaram menor área que fibras brancas, tanto para grupos genéticos como para cortes. Contrafilé e Ponta de Peito (músculos de sustentação) apresentaram maior comprimento de fibras do que Lagarto e Paleta (músculos de locomoção).

Tabela 1 - Características das fibras musculares de cinco diferentes cortes cárneos de fêmeas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem.

	GG			Corte					
	Nel	Nel+SG	EPM	Contrafilé	Lagarto	Paleta	Picanha	PontadePeito	EPM
Área, μm²									
F. Vermelha	4.562,4b	3.716,4	9665,6	5.743,2b	2.652,2	3.598,6	3.515,1	5.188,1	9685,8
F. Intermediária	11.827,0ab	11.246,0	9665,6	12.296,0ab	6.724,4	10.999,0	9.944,4	17.718,0	9685,8
F. Branca	34.737,0a	20.323,0	9665,6	56.734,0a	16.381,0	24.044,0	15.502,0	24.988,0	9685,8
Comprimento, μm									
F. Vermelha	2.650.589c	2.407.929c	203184	3.110.778cA	2.101.805cB	2.345.828cAB	2.361.205bAB	2.726.679bAB	452.59
F. Intermediária	4.233.470b	4.088.961b	203184	4.535.598bA	3.236.118bB	4.048.875bAB	3.940.089abAB	5.045.398aA	452.59
F. Branca	5.558.115a	5.162.502a	203184	5.850.302a	4.967.621a	5.344.670a	4.861.755a	5.777.194a	452.59
Quant. Total, un.									
F. Vermelha	24,14b	21,38b	22,492	36,64b	28,82c	33,32b	8,70c	6,33b	26,405
F. Intermediária	431,9a	391,4ª	22,492	395,4a	300,0b	356,4a	623,9a	382,7a	26,405
F. Branca	396,6a	418,2ª	22,492	431,3a	470,5a	414,5a	305,4b	415,3a	26,405
Quant. Média, un									
F. Vermelha	2,51b	2,17b	2,0421	3,71b	2,94c	3,41b	0,880c	0,750b	4,5488
F. Intermediária	41,8a	39,8ª	2,0421	39,2a	30,5b	35,3a	62,2a	36,7a	4,5488
F. Branca	39,1a	41,8ª	2,0421	42,7a	47,4a	41,3a	30,7b	40,1a	4,5488
Frequência, %									
F. Vermelha	3,04b	2,67b	1,3847	4,32b	3,68c	4,37c	0,930c	0,937b	3,0845
F. Intermediária	49,1a	47,0a	1,3847	45,8a	37,2b	44,0b	66,2a	47,1a	3,0845
F. Branca	47,8a	50,4ª	1,3847	49,8a	59,1a	51,6a	32,8b	52,0a	3,0845

***P*-value, Interações**	**Área, μm²**	**Comprimento, μm**	**Quantidade Total, un.**	**Quantidade Média, un.**	**Frequência, %**
GG	0,4317	0,0655	0,6448	0,9184	1,000
Corte	0,2805	<0,0001	0,4485	0,3027	1,000
Fibra	0,0157	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
GG*Fibra	0,6292	0,7645	0,2642	0,3915	0,1323
Corte*Fibra	0,5776	0,2666	<0,0001	<0,0001	<0,0001
GG*Co*Fibra	0,9016	0,9465	0,8087	0,8192	0,3904

Letras minúsculas apresenta a diferença na coluna – referente a diferença entre as fibras; Letras maiúsculas apresenta a diferença na linha – referente a diferença entre os cortes. Nível de significância a 5% pelo Tukey.

Foi feito o desdobramento das interações significativas (Corte*Fibra) identificadas na tabela 1 para as variáveis quantidade média e total, apresentadas em unidade, e frequência total, em porcentagem, de cada tipo fibra dentre os cinco cortes estudados (Tabela 2).

Como observado, na variável quantidade total e média houve diferença entre todos os cortes para cada um dos três tipos de fibras, porém a interação identificada foi para as fibras intermediárias e brancas. Dentre todos os cortes, as fibras vermelhas se diferenciaram das demais (P<0,0001), as quais se diferenciaram nos cortes Lagarto e Picanha, sendo significativamente maior a quantidade de fibras brancas no Lagarto e de intermediária na Picanha. No restante dos cortes, não houve diferença entre esses dois tipos de fibras. Houve diferença na quantidade de fibra intermediária e branca dentre os cortes, sendo que para a fibra intermediária maior quantidade foi observada na Picanha, se diferenciando dos demais (P<0,0001); já para a fibra branca, maior quantidade fora identificada no Lagarto e menor na Picanha (P<0,0057), e o restante não se diferenciou desses respectivos cortes.

Para a variável Frequência (%), mesmo comportamento foi observado, o qual não houve diferença entre todos os cortes para cada um dos três tipos de fibras, porém a interação identificada (P<0,05) foi para as fibras intermediárias e brancas. As fibras vermelhas também se diferenciaram das demais dentre cada corte, sendo identificada em menor frequência, principalmente nos músculos de sustentação (P<0,0001), Picanha e Ponta de Peito. As fibras brancas e intermediárias se diferenciaram nos cortes Lagarto, Paleta e Picanha, estando significativamente em maior frequência nos músculos de locomoção fibras brancas, e na Picanha, as fibras intermediárias. Para o tipo de fibra entre os cortes, notou-se que a Picanha detém da maior frequência de fibra intermediária e o Lagarto a menor, o que ocorreu exatamente de maneira oposta para as fibras brancas, sendo maior a porcentagem no Lagarto e menor na Picanha (P<0,0001).

Tabela 2 - Desdobramento da interação estatística entre os diferentes cortes cárneos e tipos de fibras musculares de fêmeas Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis contemporâneas criadas em pastagem.

Fibra Muscular	Corte					
	Contrafilé	Lagarto	Paleta	Picanha	Ponta de Peito	Probabilidade
			Quantidade Total, unidade			
F. Vermelha	36,6b	28,8c	33,3b	8,70c	6,33b	0,9046
F. Intermediária	395,4aB	300,0bB	356,4aB	623,9aA	382,7aB	<0,0001
F. Branca	431,33aAB	470,5aA	414,5aAB	305,4bB	415,3aAB	0,0303
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
			Quantidade Média, unidade			
F. Vermelha	3,71b	2,94c	3,41b	0,880c	0,750b	0,8741
F. Intermediária	39,16aB	30,49bB	35,32aB	62,18aA	36,73aB	<0,0001
F. Branca	42,72aAB	47,42aA	41,31aAB	30,74bB	40,07aAB	0,0057
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
			Frequência, %			
F. Vermelha	4,33b	3,68c	4,37c	0,973c	0,937b	0,4086
F. Intermediária	45,83aB	37,18bC	44,00bB	66,18aA	47,07aB	<0,0001
F. Branca	49,84aB	59,14aA	51,63aB	32,84bC	51,99aB	<0,0001
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

Letras minúsculas apresenta a diferença na coluna – referente a diferença entre as fibras; Letras maiúsculas apresenta a diferença na linha - referente a diferença entre os cortes. Nível de significância a 5% pelo Tukey.

5. DISCUSSÃO

Bridi et al. (2016), esclareceram que as fibras vermelhas tendem a ser menores, contêm mais mitocôndrias, concentrações maiores de mioglobina e lipídeos e uma irrigação sanguínea mais abundante porque grande parte de sua energia provém do metabolismo aeróbico. Estas fibras estão adaptadas para a contração lenta por um longo período de tempo. Os músculos brancos possuem maiores quantidades de glicogênio e enzimas relacionadas com a glicólise anaeróbica. Estas fibras, glicolíticas, estão adaptadas para a contração rápida por curto período de tempo. Como a mioglobina armazena oxigênio para o metabolismo aeróbico, ele não é necessário nas fibras glicolíticas. Tanto em comprimento quanto na área pode-se observar esta mesma relação entre as fibras (Tabela 1), em que as oxidativas são menores em relação às demais e as glicolíticas (brancas), maiores, fato observado independentemente do GG e do corte – região anatômica do músculo.

A composição genética não afetou significativamente a área dos tipos de fibras I e IIA no estudo de Wright et al. (2017). Os autores ressaltaram que a medida de área é conflitante pois, alguns estudos reportaram que GG não influencia esta variável (Waritthitham et al., 2010; Choi et al., 2006; Whipple et al., 1990), enquanto outros, mostraram que a área de todos os tipos de fibras é maior em animais *Bos indicus* do que em *Bos taurus* (Coles et al., 2014; Seideman et al., 1985).

Francisco et al. (2011), estudando bubalinos mediterrâneos, não observaram diferença de área para fibra oxidativa em nenhum dos músculos avaliados. No entanto, as fibras glicolíticas apresentaram maior área significativamente, o que atribuíram às diferenças de função de cada músculo. O mesmo comportamento foi observado neste estudo, fibras glicolíticas foram maiores em área do que as demais, sendo a área significativamente diferente entre as oxidativas e glicolíticas tanto no grupo dos animais Nelore como, mais especificadamente, no corte do contrafilé. Hunt et al. (1977), afirmaram que as fibras oxidativas foram as mais uniformes em área e comprimento entre

os músculos avaliados e também, que as fibras glicolíticas foram definitivamente as maiores.

Joo et al. (2013), ressaltam que as informações sobre características das fibras relacionadas com músculos individuais são de extrema importância para produção de cortes de qualidade no mercado da carne, como a indústria, em vários países, vem mostrando com as mudanças e tendências de consumo (Hwang et al., 2010; Jeremiah et al., 2003; Kirchofer et al., 2002). O número total de fibras e a área são variáveis negativamente correlacionadas, sendo a massa muscular relacionada mais com a área, tendo o número de fibras constante (Kim et al., 2013; Rehfeldt et al., 2000). A composição dos tipos de fibra individual nos músculos pode ser manipulada pela nutrição durante crescimento e exercício físico combinado com a temperatura do ambiente num sistema de criação convencional, a pasto.

De acordo com Bridi et al. (2016), o número de fibras musculares é característico nas diferentes raças e linhagens genéticas e é determinante na velocidade de crescimento dos animais. Como demonstrado (Tabela 1), não houve interação significativa para os tipos de fibras entre os grupos genéticos (P>0,05).

Hadlich et al. (2013), citaram que as diferenças de composição envolvendo área da fibra e quantidade, podem ocorrer entre diferentes músculos de um mesmo animal ou entre animais, de acordo com a função de cada região anatômica. Por exemplo, músculos envolvidos com a postura apresentam maior proporção de fibras oxidativas que aqueles envolvidos com a movimentação dos animais (Totland et al., 1991; HENCKEL, 1995). No presente estudo esse comportamento foi observado apenas para o Contrafilé (Tabela 2), maior músculo de sustentação avaliado, e não nos demais, Picanha e Ponta de Peito. No entanto, alguns autores ressaltam que essa variação é provavelmente causada por diferenças em vários fatores conhecidos e muitos desconhecidos, sendo eles intrínsecos (genéticos) e extrínsecos (ambiente), os quais interagem e determinam os resultados dos processos metabólicos no período pré e *post-mortem* (Klont et al., 1998). Nos músculos de sustentação que não apresentaram grande quantidade de fibra oxidativa tipo I, foi

quantificada maior composição significativa de fibras tipo IIA, intermediárias, que de acordo com seu metabolismo se enquadra na discussão relatada, pois, com o crescimento e idade do animal, as fibras tipo I podem transformar-se em tipo IIA, em processo natural de acordo com as condições de criação. Outros estudos também não observaram diferenças na composição de fibras entre grupos genéticos e citaram que, geralmente, animais criados para produção de carne, são mais pesados e têm músculos com maior porcentagem de fibras do tipo IIB (glicolíticas/brancas) (Choi et al., 2009; Choi et al., 2013; Rehfeldt et al., 2000), corroborando com o presente estudo.

Hunt et al. (1977), concluíram que no Contrafilé, a porcentagem de fibras oxidativas pode chegar a 53% se for considerado nesta contagem as fibras tipo I e tipo IIA. E que de maneira geral, pode observar, ainda que com as individualidades de cada região anatômica, uma maior quantidade de fibras glicolíticas do que apenas oxidativas (tipo I). E ressaltaram que se torna evidente a partir da variação de composição de fibras observada, que há diferenças metabólicas entre os músculos, variando principalmente de acordo com a função de cada um. E finalizam concluindo que, músculos de locomoção são potencialmente mais anaeróbicos e os de sustentação, aeróbicos, o que também foi observado neste presente estudo.

Schiaffino et al. (2011), mencionaram que em várias espécies, as fibras do tipo IIB são mais numerosas nos músculos do dianteiro do que nos do traseiro, o que corrobora quando analisados os cortes de sustentação, mas não os de locomoção (Tabela 2). No entanto, os autores ressaltaram que variações podem ocorrer durante a evolução dos animais durante a vida e também em função das demandas de crescimento e desempenho, principalmente nos quesitos que envolvem tamanho corporal e função muscular. E concluíram que não há uma específica e totalmente conhecida composição das fibras musculares, que ainda é um estudo predito que precisa ser melhor aprofundado, conhecido e esclarecido.

6. CONCLUSÃO

Os três tipos de fibras se diferenciam tanto nas características de cada uma quanto na composição muscular. A composição, em relação à quantidade e frequência, varia de acordo com o músculo, devido à variação de função e região anatômica. Os músculos de sustentação foram caracterizados como mais oxidativos (fibras tipo I e IIA) e os de locomoção mais glicolíticos (fibra tipo IIB), devido à função anatômica de cada um.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, E.; TEUSCHER, F.; ENDER, K.; WEGNER, J. Growth and breed-related changes of muscle bundle structure in cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p. 2959−2964, 2006.

ARNOLD, A. M.; MEYER, H. H. Influences of gender, time of castration, genotype, birthtype and feeding regimen on lamb longissimus fiber type proportions. **Journal of Animal Science**, v.66, p. 2476−2483, 1988.

ASHMORE, C. R.; TOMPKINS, G.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, 34, 37−41, 1972.

ASHMORE, C. R. Phenotypic expression of muscle fiber types and some implications to meat quality. **Journal of Animal Science**, v.38, p. 1158−1164, 1974.

BEE, G.; CALDERINI, M.; BIOLLEY, C.; GUEX, G.; HERZOG, W.; LINDEMANN, M. D. Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. **Journal of Animal Science**, v.85, p. 1030−1045, 2007.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A.; HIOSHI, E. H. **Manipulação do número e tipo de fibra muscular e a produção de carne suína**. 2016. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Desenvolvimentodasfibrasmusculares.pdf. Acessado em 09/01/2020.

CHOI, Y.M.; RYU, Y.C.; KIM, B.C. Effect of myosin heavy chain isoforms on muscle fiber characteristics and meat quality in porcine longissimus muscle. **Journal Muscle Foods**, v.17, p.413–427, 2006.

CHOI, Y. M.; KIM, B. C. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. **Livestock Science**, v.122, p.105-118, 2009.

CHOI, Y. M.; NAM, K. W.; CHOE, J. H.; RYU, Y. C.; WICK, M. P.; LEE, K.; KIM, B. C. Growth, fiber type, and meat quality characteristics in large white pig with different live weight. **Livestock Science**, v.155, p. 123-129, 2013.

COLES, C. A.; WADESON, J.; KNIGHT, M. I.; CAFE, L. M.; JOHNS, W. H.; WHITE, J. D.; GREENWOOD, P.L.; MCDONAGH, M. B. A disintegrin and metalloprotease-12 is type I myofiber specific in Bos taurus and Bos indicus cattle. **Journal of Animal Science**, v.92, n.4, p.1473–1483, 2014.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. Muscle biopsy: A modern approach, **W. B. Saunders**, 1973.

FRANCISCO, C. L.; JORGE, A. M.; DAL-PAI-SILVA, M.; CARANI, F. R.; CABEÇO, L. C.; SILVA, S. R. Muscle fiber type characterization and myosin heavy chain (MyHC) isoform expression in Mediterranean buffaloes. **Meat Science**, v.88, p.535-541, 2011.

HADLICH, J. C.; CURI, R. A.; BERCHIOL da SILVA, M. G.; FACTORI, M. A.; SILVEIRA, A. C.; CHARDULO, A. L. Maciez da carne bovina e sua relação com o crescimento e os tipos de fibra musculares. **Revista Acadêmica de Ciência Agrárias e Ambientais**, v.11, n.4, p. 421-430, 2013.

HWANG, Y. H.; KIM, G. D.; JEONG, J. Y.; HUR, S. J.; JOO, S. T. The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. **Meat Science**, v.86, p.456–461, 2010.

HENCKEL, P. Perimortal metabolic events and consequences for meat quality. In: In: DUMMERSTORFER MUSCLE – WORKSHOP MUSCLE GROWTH AND MEAT QUALITY, 2., 1995, Dummerstorf. **Proceedings**… Dummerstorf: *FBN*, p. 77-82, 1995.

HUNT, M. C.; HEDRICK. H. B. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. **Journal of Food Science**, v.42, n.2, p.13–517, 1977.

JEREMIAH, L. E.; GIBSON, L. L.; AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R. Assessment of palatability attributes of the major beef muscles. **Meat Science**, v.65, p.949–958, 2003.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, H. W.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v.95, n.4, p.828-836, 2013.

KIM, G. D.; JEONG, J. Y.; JUNG, E. Y.; YANG, H. S.; LIM, H. T.; JOO, S. T. The influence of fiber size distribution of type IIB on carcass traits and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.94, p.267–273, 2013.

KIRCHOFER, K. S.; CALKINS, C. B.; GWARTNEY, B. L. Fiber type composition of muscles of the beef chuck and round. **Journal of Animal Science**, v. 80 n. 11, p. 2872-2878, 2002.

KLONT, R. E.; BROCKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, v.49, p.219–229, 1998.

LEE, S. H.; JOO, S. T.; RYU, Y. C. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality – Review. **Meat Science**, v. 86, p.166–170, 2010.

OLGIVIE, R.W.; FEEBACK, D.L. A metachromatic dye-ATPase method for the simultaneous identification of skeletal muscle fiber types I, IIA, IIB, IIC. **Satín Technology**, v.65, p.231-241, 1990.

OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMOTO, S.; ITOH, N.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y.; DOHGO, T. The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. **Meat Science**, v.54, p. 65–70, 2000.

PEINADO, B.; Latorre, R.; Váquez-Autón, J. M.; Poro, A.; Ramírez, G.; López-Albors, O. Histochemical skeletal muscle fibre types in the sheep. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.33, p. 236−243, 2004.

PETTE, D.; STARON, R. S. Myosin isoforms, muscle fiber types, and transitions. **Microscopy Research and Technique**, v.50, p. 500−509, 2000.

REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Science**, v.66, p.177–188, 2000.

ROSSER, B. W.; NORRIS, B. J.; NEMETH, P. M. Metabolic capacity of individual muscle fibers from different anatomic locations. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.40, p. 819–825, 1992.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Comparison of histochemical properties of different pig breeds. **Meat Science**, v.45, p.119−125, 1997.

SAS - Statistical Analysis System. **User´s guide**. Cary:Statistics, CD-ROM, 2001.

SCHIAFFINO, S.; REGGIANI, C. Fiber types in mammalian skeletal Muscles. **Physiology Journal**, v.91, p. 1447-1531, 2011.

SEIDEMAN, S. C; CROUSE, J. D. Muscle fiber studies comparing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat Science,** v.17, p. 55-72**,** 1985.

TOTLAND, G. K.; KRYVI, H. Distribution patterns of muscle fiber types in major muscles of the bull (Bos taurus). **Anatomy and Embryology**, v.184, n.5, p. 441-450, 1991.

WARITTHITHAM, A.; LAMBERTZ, C.; LANGHOLZ, H.; WICKE, M.; GAULY, M. Muscle fiber characteristics and their relationship to water holding capacity of Longissimus dorsi muscle in Brahman and Charolais crossbred bulls. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.23, n.5, p.665–671, 2010.

WRIGHT, S. A.; RAMOS, P. R..; JOHNSON, D. D.; SCHEFFLER, J. M.; ELZO, M. A.; MATEESCU, R. G.; BASS, A. L.; CARR, C. C.; SCHEFFLER, T. L. Brahman genetics influence muscle fiber properties, protein degradation, and tenderness in an Angus-Brahman multibreed herd. **Meat Science**, v.135, p.84-93, 2017.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that effect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2716–2728, 1990.

CAPÍTULO 4 - CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS MUSCULARES E QUALIDADE DA CARNE DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS DE FÊMEAS NELORE E NELORE + SANTA GERTRUDIS

RESUMO: O Objetivo do estudo foi correlacionar as características da composição das fibras musculares e os atributos de qualidade físico-química da carne em cinco músculos distintos, de sustentação e locomoção dos quartos traseiro e dianteiro, de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos criadas e terminadas em pastagem. Foram utilizadas 32 fêmeas contemporâneas, sendo 16 puras da raça Nelore e 16 cruzadas ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis. Após o abate dos animais, foram coletadas amostras dos cortes do Contrafilé, Picanha, Lagarto, Paleta e Ponta de Peito. Essas amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. Os parâmetros analisados das fibras musculares foram: área total relativa (AT), comprimento total relativo (PT), quantidade média (QM), quantidade total de cada tipo de fibra (QS) e frequência, porcentagem identificada (F), de cada tipo. Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal, fotografadas e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, pelo software Image-Pro Plus versão 6.0. As variáveis foram submetidas a análise de variância admitindo o grupo genético dos animais como fator fixo. Também fora aplicado uma análise de grupamento utilizando o método de Ward's e a Distância Euclidiana e, por fim, calculado a correlação linear de Pearson (r). Em todas as análises foi adotado o intervalo de confiança $\alpha = 0,05$. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software Statistica® versão 7.0. Foram identificadas algumas interações significativas ($p<0,05$) entre os tipos de fibras e as variáveis relacionadas à qualidade da carne avaliadas. Pode-se então concluir, que as diferenças referentes às características e metabolismo das fibras influenciaram a qualidade da carne de fêmeas bovinas, principalmente com o pH *post mortem*, coloração da carne, composição química e colesterol, colágeno e força de cisalhamento. Possibilitar e facilitar a modulação de uma composição muscular mais desejável a partir de raça, sistema de criação, nutrição e idade, se torna imprescindível para toda cadeia de produção, pois envolvem atributos diretamente relacionados às qualidades nutricionais e sensoriais.

Palavras-chave: bovinos, ciência da carne, composição muscular, tecnologia de alimentos

CORRELATION BETWEEN MUSCLE FIBERS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF DIFFERENT CUTS FROM NELLORE AND NELLORE + SANTA GERTRUDIS FEMALES

ABSTRACT: The objective of the study was to correlate the characteristics of the composition of the muscle fibers and the attributes of physical-chemical meat quality in five different muscles, of support and locomotion of the fore and hindquarters, of bovine females belonging to two genetic groups raised and finished on pasture. 32 contemporary females were used, 16 purebred Nellore and 16 crossed ½ Nellore + ½ Santa Gertrudis. After slaughtering the animals, samples of the cuts were collected. These samples were fixed in N-Hexane, placed in cryotubes and stored in liquid nitrogen. The parameters analyzed for muscle fibers were: total relative area (TA), total relative length (TL), average quantity (AQ), total quantity of each type of fiber (QT) and frequency, identified percentage (F), of each type. The data were obtained from all images of the histological sections of each animal, photographed and analyzed using the image analysis system, using the Image-Pro Plus software version 6.0. The variables were subjected to analysis if variance, admitting the genetic group of animals as a fixed factor. A group analysis using Ward's method and Euclidean Distance was also applied and, finally, Pearson's linear correlation (r) was calculated. In all analyzes, the confidence interval $\alpha = 0.05$ was adopted. Statistical analyzes were performed using Statistica® software version 7.0. Some significant interactions ($p < 0.05$) between the types of fibers and the variables related to meat quality were identified. It could be concluded, then, that the differences regarding the characteristics and metabolism of fibers influenced the meat quality of bovine females, mainly with the *post-mortem* pH, meat color, chemical composition and cholesterol, collagen and shear force. Enabling and facilitating the modulation of a more desirable muscle composition based on breed, reared system, nutrition and age, becomes essential for the entire production chain, as they involve attributes directly related to nutritional and sensory qualities.

Keywords: bovine, meat science, muscle composition, food technology

1. INTRODUÇÃO

A massa muscular de animais usados para produção de alimentos representa de 35 a 60% de seu peso corporal (Listrat et al., 2016). Os músculos esqueléticos exibem uma grande diversidade de formas, tamanhos, localizações anatômicas e funções fisiológicas. São caracterizados por aparência composta pois, além das fibras musculares, contêm tecido conjuntivo, adiposo, vascular e nervoso. O tecido conjuntivo das fibras musculares e a gordura intramuscular desempenham papéis importantes na determinação da qualidade da carne. Os “Stakeholders”, ou seja, produtores, frigoríficos, processadores, distribuidores e consumidores, apresentam exigências variadas e específicas sobre a qualidade que dependem do uso dos produtos. A qualidade é geralmente descrita por quatro termos: segurança (qualidade higiênica), saudabilidade (qualidade nutricional), satisfação sensorial (qualidade organoléptica) e acessibilidade (facilidade de uso, capacidade de processamento e preços).

Para produzir carne de alta qualidade, é necessário compreender as características de qualidade da carne e os fatores para controlá-las. Porém, a qualidade da carne *in natura* é difícil de definir, sendo um conceito complexo determinado pelas preferências do consumidor. Como a carne é o tecido animal adequado para uso como alimento, as características de qualidade são influenciadas por vários fatores, como estrutura muscular, composição química, ambiente, interação de constituintes de composição, alterações *post-mortem* nos tecidos musculares, estresse e efeitos do pré-abate, manejo, processamento e armazenamento do produto, avaliação microbiológica, etc. (Joo et al., 2013).

No entanto, ainda de acordo com os autores, a qualidade da carne fresca está diretamente relacionada às características das fibras musculares. As fibras são caracterizadas por seus traços morfológicos e propriedades contráteis e metabólicas (Lee et al., 2010). A composição da isoforma da miosina é o determinante principal da velocidade contrátil. Os bovinos expressam três isoformas desta cadeia: tipo I – fibras

oxidativas/vermelhas, tipo IIA – fibras intermediárias e tipo IIB – fibras glicolíticas/brancas (Lefaucheur, 2010). Características morfológicas como número total e área das fibras, são os principais fatores determinantes da massa muscular e da qualidade da carne devido às propriedades contráteis e metabólicas do músculo serem diferenciadas pelos tipos de fibra muscular, portanto, a qualidade da carne está fortemente relacionada à composição do tipo de fibra no músculo (Joo et al., 2013).

Alguns estudos apresentados por Wegner et al. (2000), estimaram a herdabilidade das características da fibra muscular e suas correlações fenotípicas e genéticas com características de crescimento, carcaça e qualidade da carne (Staun, 1972; Fiedler et al., 1997; Larzul et al., 1997). Todas essas características podem variar devido a diversos fatores, tais como raça (Ryu et al., 2008), seleção genética (Larzul et al., 1999), classe sexual (Ozawa et al., 2000), desempenho de crescimento (Gondret et al., 2006; Kim et al., 2013), dieta alimentar (Jeong et al., 2012) e localização muscular (Beermann et al., 1990; Hwang et al., 2010). Wright et al. (2017), mostraram que alguns autores reforçam a existência dessas variações, principalmente em relação a área da fibra, entre animais *Bos indicus* e *Bos taurus* (Coles et al., 2014; Seideman, 1985; Waritthitham et al. 2010; Whipple et al., 1990).

Sendo assim, compreender a relação entre as características da fibra muscular e as de qualidade da carne poderá trazer impactos grandiosos para a produção, em que a correta manipulação das características da fibra muscular se tornará ferramenta fundamental para a lucratividade da indústria e de todo o setor da carne (Joo et al., 2013).

2. OBJETIVOS

Correlacionar as características da composição das fibras musculares e os atributos de qualidade físico-química de cinco músculos, de sustentação e locomoção dos quartos traseiro e dianteiro, de fêmeas bovinas pertencentes a dois grupos genéticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais e avaliações

32 fêmeas bovinas com idade média aproximada de 24 meses, sendo 16 da raça Nelore e 16 ½ Nelore x ½ Santa Gertrudis, foram abatidas em frigorífico comercial, seguindo os procedimentos padrões e de acordo com o Serviço de Inspeção Estadual (SISP). As carcaças foram seccionadas ao meio e mantidas em câmara fria por 24h. Em seguida, as meia-carcaças esquerdas foram desossadas em cortes comerciais, conforme a rotina do estabelecimento local.

3.2. Análises de qualidade da carne

Os cortes cárneos do *Biceps femoris* (Picanha), *Longissimus* (Contrafilé), *Semitendinosus* (Lagarto), *Superficial pectoral* (Ponta de Peito) e *Triceps brachii* (Paleta), foram retirados, embalados a vácuo e congelados (-20 ^{0}C) para futuras análises. A decisão por esses cortes, foi devido ao Contrafilé ser considerado como padrão de análise em bovinos, por ser o músculo com maior quantidade de resultados disponíveis na literatura; dois músculos de locomoção, um do dianteiro (Paleta) e um do traseiro (Lagarto); e dois músculos de sustentação, um do dianteiro (Ponta de Peito) e um do traseiro (Picanha). Foram retirados bifes de 2,54 cm de espessura de todos os cortes, identificados, embalados a vácuo individualmente e novamente congelados a 10 °C em estufa BOD e analisados quanto: pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, composição química, colesterol, colágeno e perfil de ácidos graxos da carne.

O pH foi avaliado com o auxílio de peagômetro digital (marca Testo® modelo 230). Nesta mesma amostra, foi avaliada a cor da carne e da gordura, conforme Houben et al. (2000), utilizando-se um colorímetro portátil (modelo HunterLab MiniScan EZ 4500L (HunterLab, Reston, VA, EUA), utilizando um iluminante D65, com ângulo de observação de 10º e abertura do obturador de 10 mm), avaliando-se a luminosidade (*L**), intensidade da cor vermelha (*a**) e intensidade da cor amarela (*b**), pelo sistema CIE *L*a*b**. Para a

determinação dessas variáveis, será realizado um corte transversal ao músculo, para exposição da mioglobina ao oxigênio, trinta minutos antes das avaliações, conforme descrito por Abularach et al. (1998). Após as avaliações de coloração de cada bife, uma amostra de aproximadamente 2,0 g foi retirada, conforme descrito por Hamm (1986), para determinação da capacidade de retenção de água, obtida pela diferença entre os pesos da amostra antes e depois de submetida durante cinco minutos a uma pressão de 10 kg.

A análise de perda de peso por cocção foi feita assando-se a amostra de bife, em forno elétrico (Wictory – Forno combinado, modelo WCPR), com temperatura de 170°C, controlada por termopar digital (modelo FE Mux, - Flyever Indústria Comércio Equipamentos Eletrônicos) até atingir 71°C no centro geométrico da amostra. Os pesos dos bifes antes e depois da cocção foram utilizados para os cálculos das perdas totais durante o cozimento (Honikel, 1998). Após o resfriamento em temperatura ambiente dos bifes assados, foram retirados seis cilindros, com auxílio de um vazador, para determinação da força de cisalhamento, sendo esta a força necessária para cortar transversalmente cada cilindro, medida por texturômetro (Texture Analyzer Brookfield, modelo CT325K, Brookfield Engineering Laboratories) com lâmina Warner Bratzler (de 1,016 mm de espessura), de segundo Wheeler et al. (2002). A força de cisalhamento de cada amostra foi obtida a partir da média de corte dos seis cilindros.

A análise de composição química da carne, foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1995), sendo os bifes dos cinco músculos picados e pesados em placas de *petri,* previamente taradas, e, liofilizados por 72 horas, obtendo assim, a matéria seca. Após, com este material seco as amostras foram analisadas quanto à composição de lipídeo, proteína e minerais.

O conteúdo de colesterol foi determinado por colorimetria, de acordo com Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1995). Os lipídeos totais foram medidos pela extração de amostras de 10 g de cada um dos músculos com 200 mL de clorofórmio:etanol (2:1). Do extrato, foram tomados 5 mL e secos sob N_2, onde posteriormente serão adicionados 10 mL de KOH 12%, em etanol 90%. A solução foi colocada em banho-maria a 80 °C,

com agitação por 15 minutos. Ao final, foram adicionados 5 mL de água e, após resfriamento, adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vórtex. Após a separação das fases, foram tomados 10 mL de hexano e secos sob N_2. Finalmente, foram adicionados 6 mL de ácido acético saturado com sulfato ferroso e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após resfriamento, foi realizada a leitura em espectrofotômetro, com leitura visível a 538 nm.

O colágeno e suas frações foram quantificados pela determinação do aminoácido hidroxiprolina, segundo metodologia de Woessner Junior (1961) e modificada no Laboratório de Bioquímica das Proteínas do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, Unesp - Campus Botucatu, SP. Foram utilizadas amostras de cinco gramas de carne congelada, colocadas em tubos plásticos com 20 ml de água destilada e submetida a banho-maria por duas horas a 80 °C. As amostras foram homogeneizadas por um minuto em Ultra-turrax a 22.000 rpm e, então, centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos, em temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado e adicionaram-se 30 ml de 6 N HCl e ao sedimento serão adicionados 50 ml de 6 N HCl. As amostras foram hidrolizadas em autoclave por quatro horas a 120 °C e 1 atm (CROSS et al., 1973). Após a hidrólise, as amostras sofreram diluições e tiveram o pH ajustado para pH 6,0 com solução 2N NaOH. Foram transferidos, para dois tubos de ensaio 2 ml da fração do sobrenadante e sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos, foi adicionado 1 ml de tampão Cloramina-T e, após repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, foi adicionado 1,0 ml de reagente de cor em cada tubo. As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60 °C. Após o resfriamento, foi feita leitura das amostras em espectofotômetro no comprimento de onda de 560 nm e, por último, calculados os valores de colágeno total, insolúvel e termossolúvel.

3.3. Avaliação das fibras musculares

Foram retiradas com auxílio de bisturi cirúrgico, amostras de aproximadamente 1,0 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, dos cinco músculos logo após a pesagem da carcaça quente. As amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. As secções semi-seriadas transversais das fibras (12

μm de espessura), foram obtidas a partir de várias amostras em lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo. Na identificação das fibras pelo tipo de metabolismo (oxidativo, oxidativoglicolítico ou glicolítico) das fibras musculares, foi utilizada a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por Dubowitz & Brooke (1973). A avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi realizada de acordo com a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por Olgivie e Feedback (1990).

Foram analisados os seguintes parâmetros das fibras musculares: área total relativa (AT), comprimento total relativo (CT), quantidade média - média de cada tipo de fibra mensurada através da divisão de todas as fibras identificadas pela quantidade total de amostras analisadas – (QM), quantidade total de cada tipo de fibra – soma de todas as fibras analisadas em todas as amostras – (QT) e frequência – porcentagem identificada (F) de cada tipo de fibra por campo microscópico analisado. A F média foi obtida como porcentagem do número total de fibras presentes por campo microscópico analisado. A ATR de cada tipo de fibra foi calculada em μm² e o perímetro em μm. Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal, (32 animais x 4 cortes x 10 imagens/corte), capturadas (fotografadas) e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, com auxílio do software Image-Pro Plus versão 6.0.

3.4. Análises Estatísticas

As variáveis referentes à composição das fibras musculares e qualidade da carne foram submetidas à análise de variância admitindo o grupo genético dos animais como fator fixo. Também foi aplicada uma análise de grupamento utilizando o método de Ward's e a Distância Euclidiana e, por fim, calculada a correlação linear de Pearson (r). Em todas as análises foi adotado o intervalo de confiança $\alpha = 0,05$ para interpretação das hipóteses correspondentes a cada análise. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software Statistica® versão 7.0.

4. RESULTADOS

Pode-se observar que a variável área teve correlação com atributos da qualidade da carne de acordo com o tipo da fibra muscular (Tabela 1). A área das fibras oxidativas (vermelha), teve alta correlação com a área da fibra intermediária e com o percentual de proteína na composição química da carne; também apresentou correlação positiva com o valor de pH final. Tais resultados eram esperados visto o desenvolvimento e similaridade das fibras vermelhas e intermediárias, e também pelo metabolismo e funcionalidade das fibras oxidativas, em relação à proteína e ao pH. A área das fibras intermediárias, por sua vez, teve alta correlação positiva com a umidade da carne e baixa-média com cinzas e pH; também apresentou correlação negativa com frequência das fibras glicolíticas (brancas), *L** da carne, força de cisalhamento e colágeno (total e insolúvel). A composição de um tipo de fibra influencia diretamente na outra, sendo assim, tanto a quantidade quanto a frequência das fibras intermediárias irão delimitar e determinar as mesmas variáveis das fibras brancas, pois são maiores e mais frequentes do que as do tipo I na composição muscular em geral. A coloração vermelha desse tipo de fibra justifica a correlação com o *L** da carne e por seu metabolismo característico pode-se justificar a umidade e assim, a força de cisalhamento.

A frequência de cada tipo de fibra teve mais correlações significativas com a qualidade da carne. Nota-se que o aumento da frequência de fibras oxidativas, resulta em menor PPC e maior porcentagem de cinzas na composição da carne, sendo que esses dois fatores podem ser explicados pelo metabolismo desse tipo de fibra. A frequência de fibras intermediárias apresenta correlação positiva com a* da carne, justificado pela coloração avermelhada desse tipo de fibra; contudo, conforme aumenta a frequência de intermediárias, diminui *L** e *b** da carne, colágeno, colesterol e concentração lipídica, aumentando dessa maneira a quantidade de proteína e pH. Já com o aumento da frequência de fibras glicolíticas, ocorreu um aumento de *L** e *b** em detrimento de *a**; também houve correlação negativa com o pH, aumentando assim força de cisalhamento. Na composição química, houve correlação negativa com a quantidade

de proteína e altamente negativa com cinzas; e foi observado também correlação positiva também fora observada para colágeno, total e termossolúvel, e colesterol.

Com a figura 1, pode-se observar o comportamento de cada variável analisada, tanto das fibras como referente à qualidade da carne, entre os grupos genéticos – Nelore e cruzado. A figura 1, apresenta um gráfico da análise de Cluster, que traça a distância euclidiana entre eles, sendo que quanto mais distantes um do outro, mais significativa é a diferença para a variável em questão. A análise calcula uma média geral para cada variável em estudo e através do gráfico demonstra qual grupo genético apresentou médias superiores ou inferiores à média geral para elas, ficando acima ou abaixo da linha 0, que representa a média geral obtida pelos dois grupos.

De acordo com o resultado obtido, o grupo Nelore apresentou em comparação ao grupo Cruzado, significativamente, menor área de fibra vermelha, menor área e frequência de fibra intermediária e assim, maior frequência de fibra branca. Nos atributos de qualidade da carne, apresentou maiores valores de coloração, *L*, a** e *b**, menor capacidade de retenção de água, maior concentração de umidade e menores de proteína e lipídeos; também apresentou maior concentração de colágeno e menor de colesterol. Devido a composição dos tipos de fibra observados, sendo maior a frequência de fibras brancas do que as demais e levando em consideração suas características e metabolismo, pode-se justificar os maiores valores de *L** e *b**, umidade, capacidade de retenção de água e colágeno observados; também de acordo com a composição e característica metabólica das fibras, explica-se os menores valores de proteína e lipídeo na composição e com isso, o colesterol. Contudo, não houve diferença ($P>0,05$) para pH, perda de peso por cocção e força de cisalhamento, o que demonstra que independente das variações apontadas para a composição de fibras e alguns atributos de qualidade da carne, não houve diferença significativa para a avaliação de maciez, podendo então considerar que os animais Nelore não apresentam qualidade inferior para esse quesito em relação aos animais cruzados.

Tabela 1. Correlação entre as características das fibras musculares e da qualidade da carne de cinco cortes cárneos de fêmeas contemporâneas de diferentes grupos genéticos.

	[1]A. Oxi	[2]Freq. Oxi	[1]A. Inter	[2]Freq. Inter	[1]A. Glic	[2]Freq. Glic	L*carne	a*Carne	b*Carne	[3]FC	[3]PPC	pH	[3]CRA
[1]A. Oxidativa	1,00	0,16	0,86	0,15	0,24	-0,20	-0,21	0,07	-0,14	-0,05	-0,15	0,26	0,23
[2]Freq.Oxidativa	0,16	1,00	0,00	-0,33	0,02	0,06	0,07	0,06	-0,04	0,04	-0,26	0,20	0,05
[1]A. Intermediária	0,86	0,00	1,00	0,27	0,20	-0,29	-0,27	0,00	-0,14	-0,32	-0,23	0,25	0,05
[2]Freq.Intermediária	0,15	-0,33	0,27	1,00	0,02	-0,96	-0,39	0,24	-0,28	-0,26	0,08	0,33	-0,02
[1]A. Glicolítica	0,24	0,02	0,20	0,02	1,00	-0,03	-0,01	0,03	0,07	0,22	-0,02	0,11	0,21
[2]Freq.Glicolítica	-0,20	0,06	-0,29	-0,96	-0,03	1,00	0,40	-0,28	0,31	0,26	-0,01	-0,29	0,00
L*Carne	-0,21	0,07	-0,27	-0,39	-0,01	0,40	1,00	0,46	0,84	0,27	0,16	0,00	-0,12
a*Carne	-0,07	-0,06	0,00	-0,24	0,03	0,28	0,46	1,00	0,74	-0,12	0,07	0,04	-0,45
b*Carne	-0,14	-0,04	-0,14	-0,28	0,07	0,31	0,84	0,74	1,00	0,06	0,09	-0,03	-0,28
[3]FC	-0,05	0,04	-0,32	-0,26	0,22	0,26	0,27	-0,12	0,06	1,00	0,39	0,16	0,47
[3]PPC	-0,15	-0,26	-0,23	0,08	-0,02	-0,01	0,16	0,07	0,09	0,39	1,00	-0,21	-0,02
pH	0,26	0,20	0,25	-0,33	0,11	0,29	0,00	0,04	-0,03	0,16	-0,21	1,00	0,25
[3]CRA	0,23	0,05	0,05	-0,02	0,21	0,00	-0,12	-0,45	-0,28	0,47	-0,02	0,25	1,00
Umidade	-0,13	0,26	-0,21	-0,19	-0,01	0,13	0,13	0,09	0,11	0,04	-0,01	0,16	-0,19
Lipídeo	0,02	-0,16	0,18	0,44	-0,12	-0,42	-0,13	0,02	-0,06	-0,33	-0,05	-0,32	-0,21
Proteína	0,13	-0,17	0,09	-0,14	0,12	0,20	-0,05	-0,13	-0,09	0,25	0,05	0,08	0,42
Cinzas	0,10	-0,23	0,19	-0,18	0,01	0,25	0,01	-0,01	-0,01	-0,04	0,19	0,10	0,20
[4]Colág. Solúvel	-0,10	0,16	-0,09	-0,05	-0,03	0,01	0,07	0,20	0,10	0,01	-0,01	0,08	-0,36
[4]Colág. Insolúvel	-0,31	0,02	-0,24	-0,47	-0,15	0,49	0,57	0,51	0,54	0,00	0,20	0,15	-0,42
[4]Colág. Total	-0,31	0,04	-0,24	-0,46	-0,15	0,47	0,56	0,51	0,53	0,00	0,19	0,15	-0,44
[4]Colág. Termo	0,20	0,11	0,10	0,40	0,11	-0,45	-0,40	-0,30	-0,36	0,05	-0,20	-0,07	0,13
Coleterol	0,26	-0,35	0,41	0,17	0,15	-0,08	-0,22	-0,06	-0,14	-0,17	0,00	-0,05	0,18

Continua ...

...continuação

	Umidade	Lipídeo	Proteína	Cinzas	[4]C.Solúvel	[4]C.Insolúvel	[4]C.Total	[4]C.Termo	Colesterol
[1]A. Oxidativa	1,00	0,16	0,86	0,15	0,24	-0,20	-0,21	-0,07	-0,14
[2]Freq.Oxidativa	0,16	1,00	0,00	0,33	0,02	0,06	0,07	-0,06	-0,04
[1]A. Intermediária	0,86	0,00	1,00	0,27	0,20	-0,29	-0,27	0,00	-0,14
[2]Freq.ntermediária	0,15	-0,33	0,27	1,00	0,02	-0,96	-0,39	-0,24	-0,28
[1]A. Glicolítica	0,24	0,02	0,20	0,02	1,00	-0,03	-0,01	0,03	0,07
[2]Freq.Glicolítica	-0,20	0,06	-0,29	-0,96	-0,03	1,00	0,40	0,28	0,31
L*Carne	-0,21	0,07	-0,27	-0,39	-0,01	0,40	1,00	0,46	0,84
a*Carne	-0,07	-0,06	0,00	-0,24	0,03	0,28	0,46	1,00	0,74
b*Carne	-0,14	-0,04	-0,14	-0,28	0,07	0,31	0,84	0,74	1,00
[3]FC	-0,05	0,04	-0,32	-0,26	0,22	0,26	0,27	-0,12	0,06
[3]PPC	-0,15	-0,26	-0,23	0,08	-0,02	-0,01	0,16	0,07	0,09
pH	0,26	0,20	0,25	-0,33	0,11	0,29	0,00	0,04	-0,03
[3]CRA	0,23	0,05	0,05	-0,02	0,21	0,00	-0,12	-0,45	-0,28
Umidade	-0,13	0,26	-0,21	-0,19	-0,01	0,13	0,13	0,09	0,11
Lipídeo	0,02	-0,16	0,18	0,44	-0,12	-0,42	-0,13	0,02	-0,06
Proteína	0,13	-0,17	0,09	-0,14	0,12	0,20	-0,05	-0,13	-0,09
Cinzas	0,10	-0,23	0,19	-0,18	0,01	0,25	0,01	-0,01	-0,01
[4]Colág. Solúvel	-0,10	0,16	-0,09	-0,05	-0,03	0,01	0,07	0,20	0,10
[4]Colág. Insolúvel	-0,31	0,02	-0,24	-0,47	-0,15	0,49	0,57	0,51	0,54
[4]Colág. Total	-0,31	0,04	-0,24	-0,46	-0,15	0,47	0,56	0,51	0,53
[4]Colág. Termo	0,20	0,11	0,10	0,40	0,11	-0,45	-0,40	-0,30	-0,36
Coleterol	0,26	-0,35	0,41	0,17	0,15	-0,08	-0,22	-0,06	-0,14

Análise de correlação linear de Pearson (r), a 5% de significância.

[1] A. - Área da fibra Oxidativa, Intermediária e Glicolítica, μm^2;

[2] Freq. – Frequência da fibra Oxidativa, Intermediária e Glicolítica, %;

[3] FC – Força de Cisalhamento, kg; PPC – Perda de Peso por Cocção, %; CRA- Capacidade de Retenção de Água, %.

[4] C. e Colág. - Colágeno Solúvel, Insolúvel, Total e Termosolúvel, %.

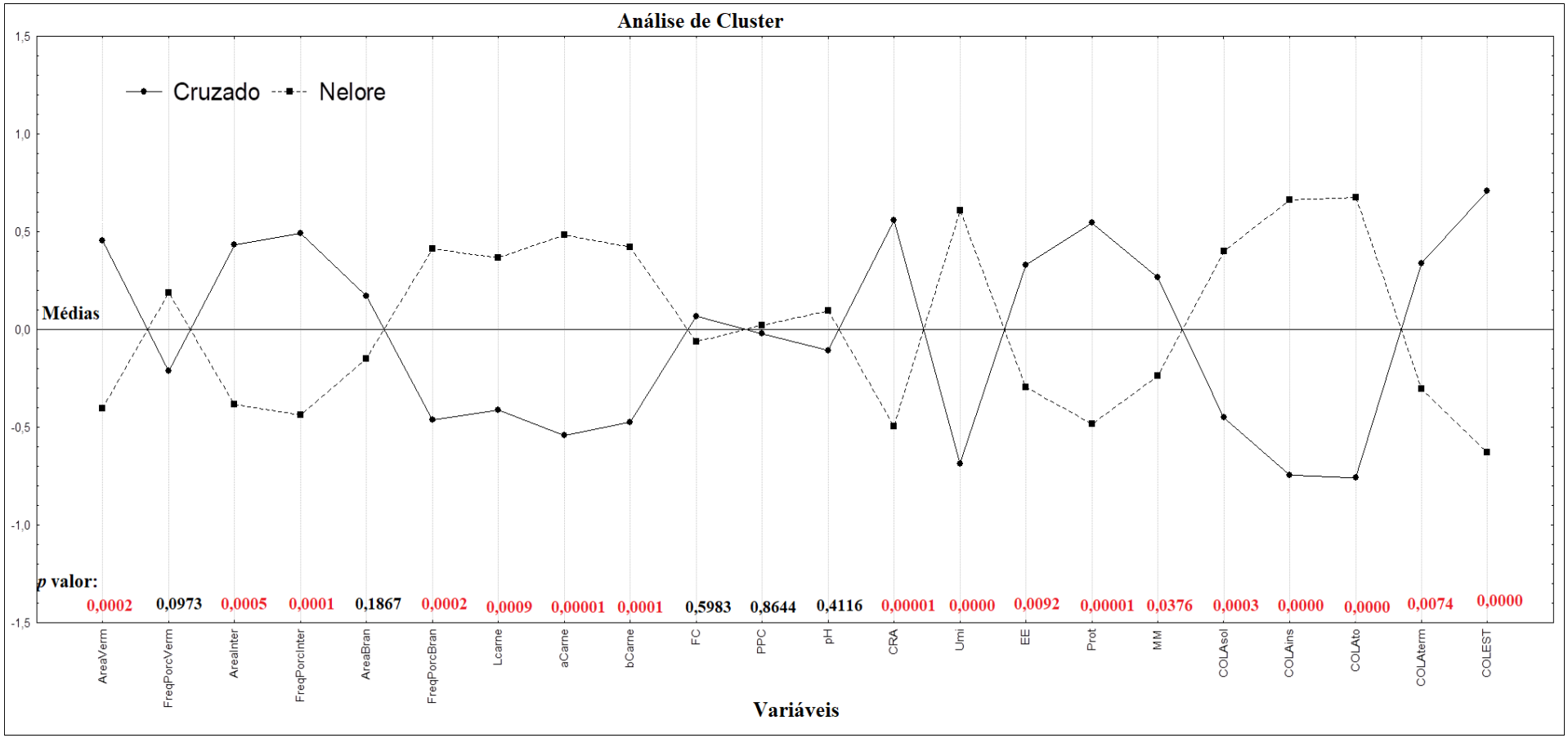


Figura 1. Análise de Cluster com a Distância Euclidiana entre os Grupos Genéticos, Nelore e ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis, para as variáveis relacionadas a composição das fibras musculares e qualidade da carne, a 5% de significância.

5. DISCUSSÃO

Pode-se constatar correlação negativa da área das fibras vermelhas (-0,05) e intermediárias (-0,32*) com a força de cisalhamento e positiva com as fibras brancas (0,22) (Tabela 1). Em estudo dirigido por Astruc (2014), o autor relatou que o músculo composto de fibra com uma área maior resultou em carne mais dura do que o músculo composto de fibras de área inferior. E ainda, que as fibras IIB são significativamente maiores do que as fibras do tipo I, e devido à sua maior área, a maciez da carne também se relaciona ao componente de tecido conjuntivo, pois a estrutura de camadas deste tecido é adaptada à condição do tamanho muscular, o que poderia explicar em parte a maior resistência mecânica do músculo branco. Como apresentado, a quantidade de colágeno aumenta correlativamente à quantidade de fibras brancas, colágeno total 0,40* (Tabela 1).

Calkins et al. (1981), citaram que, embora a relação entre as características e/ou função das fibras musculares e adipócitos não seja evidente, estudos indicam que a capacidade oxidativa de um músculo, medida pelo perfil do tipo de fibra, pode ser usada para prever classificação de maciez e valor de força de cisalhamento. Sendo o tamanho da fibra um fator importante na determinação da maciez da carne (Seideman e Crouse, 1985). Em bovinos (Renand et al., 2001) e suínos (Karlsson et al., 1993; Maltin et al., 1997), músculos com um tamanho de fibra maior, especialmente fibra do tipo IIB, exibem carne mais dura do que músculos com fibras menores, esses resultados sugerem que músculos com maior número de fibras menores ou de tamanho intermediário tendem a exibir carne de boa qualidade. Os autores ainda afirmaram que, a seleção para produção de animais “mais magros” pode resultar em grandes fibras musculares, especialmente fibra do tipo IIB, associadas à piora da qualidade da carne (Gentry et al., 2002; Ryu et al., 2006), pois há um consenso indicando correlação entre fibra tipo I e maciez da carne (Renand et al., 2001), como constatada neste presente estudo.

A cor da carne depende da concentração de mioglobina e as fibras musculares oxidativas do tipo I e IIA contêm grandes quantidades desse pigmento e, quanto maior a quantidade de fibras musculares do tipo I e IIA, mais vermelha é a carne (Astruc, 2014). Essa afirmação corrobora com os resultados obtidos neste estudo, em que a quantidade das fibras tipo I e IIA apresentaram correlação positiva com o valor de a* da carne, 0,06 e 0,24* respectivamente, e negativa com as fibras IIB, -0,28*. Já a fibra tipo I está negativamente correlacionada com a luminosidade (Ryu et al., 2006), essa correlação também foi observada, embora não significativamente, na tabela 1 para a variável referente a área, -0,21; com as fibras intermediárias observou-se tal correlação, no entanto significativa, tanto para área quanto para frequência da fibra, -0,27* e -0,39, respectivamente. Em geral, uma vez que a carne é vendida pela aparência visual, estes são atributos de qualidade muito importantes, pois a cor mais vermelha, no caso de bovinos, geralmente é a preferida do consumidor.

Em relação ao pH, Astruc (2014), citou que o músculo oxidativo geralmente tem valor final mais alto do que o músculo glicolítico, devido ao metabolismo dos tipos das fibras. Quanto maior for a frequência de células glicolíticas no músculo espera-se que o crescimento e a deposição de tecido magro sejam maiores, porém a qualidade da carne tende a piorar, pela rápida queda de pH. Sosnicki (1987), estabeleceu uma correlação negativa entre o pH da carne e o número de fibras glicolíticas, o que também fora observado neste presente estudo, com correlação de -0,29* (Tabela 1).

Durante o processo de cocção, ocorre a desnaturação da proteína muscular, que influencia nas perdas, de gotejamento e cocção. Estudos mostraram que as perdas são inversamente relacionadas à porcentagem de fibras do tipo I e IIA e positivamente relacionadas à porcentagem de fibra do tipo IIB (Choi et al., 2009). Não houve correlação positiva para as variáveis relacionadas à essa condição aqui avaliada, capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção (Tabela 1). Porém, foi observada correlação negativa para perda de peso por cocção e frequência de fibras do tipo I (-0,26*), corroborando com os estudos citados acima.

As fibras do tipo I contêm uma quantidade maior de lipídeos e usam predominantemente lipídeos e ácidos graxos livres como fonte de combustível metabólico oxidativo (Choi et al., 2016). Sendo assim, o músculo vermelho é geralmente considerado como contendo mais lipídeos do que o músculo branco (Hunt et al., 1977). Não foi observada (tabela 1) correlação significativa entre a quantidade de lipídeos e as variáveis analisadas das fibras do tipo I e IIB; porém, foi constatada correlação negativa com a frequência das fibras tipo IIA (-0,33*).

Além de todo o exposto ao longo dessa discussão, alguns autores relataram a diferença genética referente a composição muscular e os atributos de qualidade da carne, que auxiliam a compreender um pouco mais os resultados (Figura 1). De acordo com alguns autores como Sañudo et al. (2004) e Waritthitham et al. (2010), a raça é um fator importante que pode influenciar a qualidade da carne de, como em sua estrutura muscular e fisiologia.

Em relação à composição e características das fibras musculares, houve diferença significativa entre os GG para quase todas as variáveis (Figura 1), em que os animais cruzados apresentaram maior área de fibra vermelha, área e frequência de fibras intermediárias e frequência de fibras brancas, o que sugere, de acordo com todo o contexto anteriormente discutido, uma composição favorável para a qualidade de carne. Todas as variáveis referentes à coloração da carne, foram maiores para o grupo do Nelore, sendo um ponto importante da avaliação visual na decisão de compra do consumidor. Quanto aos atributos relacionados à maciez, não houve diferença estatística para força de cisalhamento, preda de peso por cocção e pH, mostrando que tanto os animais cruzados quanto os Nelore possuem qualidade similar e que a diferença observada na composição das fibras, não foi suficiente para interferir nesse quesito. Houve diferença para capacidade de retenção de água, que pode estar relacionada à umidade da carne, pois o grupo que apresentou maior umidade resultou em menor capacidade de retenção, como foi o caso do grupo Nelore. Esse maior percentual de umidade interferiu proporcionalmente de modo significativo nos demais constituintes, como a quantidade de proteína e lipídeos. Sendo assim, no aspecto nutricional da carne,

os animais cruzados apresentaram qualidade mais desejável devido à superioridade no conteúdo de proteína, com a ressalva no de lipídeos, pois com o aumento dele também observou-se o aumento da taxa de colesterol em relação aos animais Nelore, fato que pode gerar impacto negativo aos consumidores devido às preocupações com a saúde e bem-estar. Por fim, a quantidade de colágeno foi significativamente maior para o grupo dos animais Nelore, podendo ser justificado pela maior frequência de fibras brancas na composição muscular dessa raça, em relação aos animais cruzados.

6. CONCLUSÃO

As diferenças referentes às características e metabolismo das fibras influenciaram a qualidade da carne de fêmeas bovinas. Tais diferenças, foram correlacionadas com o pH *post mortem*, coloração da carne, composição química e colesterol, colágeno e força de cisalhamento. O estudo mais aprofundado dessas correlações, de maneira a possibilitar e facilitar a modulação de uma composição muscular mais desejável se torna imprescindível para toda a cadeia de produção, pois envolve atributos diretamente relacionados às qualidades nutricional e sensorial podendo, inclusive, impactar a decisão de compra e fidelização dos consumidores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. 2nd edition. **American Meat Science Association**. 205p., 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC: 1995. 1011p.

ASTRUC, T. Muscle Fiber Types and Meat Quality – Revision. **Encyclopedia of Meat Sciences**, v. 2, p. 442-448, 2014.

BEERMANN, D. H.; FISHELL, V. K.; RONEKER, K.; BOYD, R. D.; ARMBRUSTER, G.; SOUZA, L. Dose–response relationships between porcine somatotropin, muscle composition, muscle fiber characteristics and pork quality. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 2690–2697, 1990.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v.15, p.11-17, 1995.

CALKINS, C. R.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CAROENTER, Z. L.; DAVIS, G.W. Relationship of Fiber Type Composition to Marbling and Tenderness of Bovine Muscle. **Journal of Food Science**, v. 46, p. 708 – 710, 1981.

CHOI, Y. M.; KIM, B. C. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. **Livestock Science**, v.122, p.105-118, 2009.

CHOI, Y. M.; OH, H. K. Carcass Performance, Muscle Fiber, Meat Quality, and Sensory Quality Characteristics of Crossbred Pigs with Different Live Weights. **Journal of Food Science Animal**, v. 36, n.3, p. 389-396, 2016.

COLES, C. A.; WADESON, J.; KNIGHT, M. I.; CAFE, L. M.; JOHNS, W. H.; WHITE, J. D.; GREENWOOD, P.L.; MCDONAGH, M. B. A disintegrin and metalloprotease-12 is type I myofiber specific in Bos taurus and Bos indicus cattle. **Journal of Animal Science**, v.92, n.4, p.1473–1483, 2014.

CROSS, H. R.; CARPENTE, Z. I.; SMITH, G. G. Effect of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, p. 998-1003, 1973.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. Muscle biopsy: A modern approach, **W. B. Saunders**, 1973.

FIEDLER, I.; REHFELDT, C.; DIETL, G.; ENDER, K. 1997. Phenotypic and genetic parameters of muscle fiber number and size. **Journal of Animal Science**, v.75, suppl. 1:165, 1997.

GENTRY, J.G.; MCGLONE, J.J.; BLANTON JR., J.R.; MILLER, M.F. Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p. 2833–2839, 2002.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; JUIN, H.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**, v.84, p. 93–103, 2006.

HAMM, R. **Functional properties of the miofibrilar system and their measurement.** In: BECHTEL, P.J. Muscle as food. Orlando: Academic Press, 1986. p. 135-199.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447–457, 1998.

HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced meat. **Meat Science**, Champaign, v. 55, n. 3, p. 331-336, 2000.

HUNT, M. C.; HEDRICK. H. B. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. **Journal of Food Science**, v.42, n.2, p.13–517, 1977.

HWANG, Y. H.; KIM, G. D.; JEONG, J. Y.; HUR, S. J.; JOO, S. T. The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. **Meat Science**, v.86, p.456–461, 2010.

JEONG, J. Y.; KIM, G. D.; HA, D. M.; PARK, M. J.; PARK, B. C.; JOO, S. T.; LEE, C. Y. Relationships of muscle fiber characteristics to dietary energy density slaughter weight, and muscle quality traits in finishing pigs. **Journal of Animal Science & Technology**, v.54, p. 175–183, 2012.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, H. W.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v.95, n.4, p.828-836, 2013.

KARLSSON, A.; ENFALT, A.C.; ESSEN-GUSTAVSSON, B.; LUNDSTROM, K.; RYDHMER, L.; STERN, S. Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 930–938, 1993.

KIM, G. D.; JEONG, J. Y.; JUNG, E. Y.; YANG, H. S.; LIM, H. T.; JOO, S. T. The influence of fiber size distribution of type IIB on carcass traits and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.94, p.267–273, 2013.

LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; GOGUE´, J.; TALMANT, A.; SELLIER, P.; LE ROY, P.; MONIN. G. Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White Pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.3126–3137, 1997.

LARZUL, C.; LE ROY, P.; GOGUE, J.; TALMANT, A.; JACQUET, B.; LEFAUCHEUR, L. Selection for reduced muscle glycolytic potential in Large White pigs. II. Correlated responses in meat quality and muscle compositional traits. **Genetics, Selection, Evolution,** v.31, p. 61–76, 1999.

LEE, S. H.; JOO, S. T.; RYU, Y. C. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality – Review. **Meat Science**, v. 86, p.166–170, 2010.

LEFAUCHEUR, L. A second look into fibre typing - Relation to meat quality. **Meat Science**, v.84, n.2, p. 257–270, 2010.

LISTRAT, A.; LEBRET, B.; LOUVEAU, I.; ASTRUC, T.; BONNET, M.; LEFAUCHEUR, L.; PICARD, B.; BUGEON, J. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality – Review Article. **The Scientific World Journal**, v.2016, p. 1-14, 2016.

MALTIN, C.A.; WARKUP, C.C.; MATTHEWS, K.R.; GRANT, C.M.; PORTER, A.D.; DELDAY, M.I. Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. **Meat Science**, v.47, p. 237–248, 1997.

OLGIVIE, R.W.; FEEBACK, D.L. A metachromatic dye-ATPase method for the simultaneous identification of skeletal muscle fiber types I, IIA, IIB, IIC. **Satín Technology**, v.65, p.231-241, 1990.

OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMOTO, S.; ITOH, N.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y.; DOHGO, T. The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. **Meat Science**, v.54, p. 65–70, 2000.

RENAND, G.; PICARD, B.; TOURAILLE, C.; BERGE, P.; LEPETIT, J. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v.59, p. 49–60, 2001.

RYU, Y. C.; CHOI, Y. M.; LEE, S. H.; SHIN, H. G.; CHOE, J. H.; KIM, J. M.; HONG, K. C.; KIM, B. C. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. **Meat Science**, v.80, p. 363–369, 2008.

RYU, Y. C.; KIM, B. C. Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. **Journal of Animal Science**, 84, 894–901, 2006.

SAÑUDO, C.; PANEA. B.; OLLETA, J. L.; MONSON, I.; SIERRA, P.; ALBERTÍ, P.; ERTBJERG, M.; CHISTIANSEN, S.; GIGLI, S.; FAILLA, A.; GADDINI; HOCQUETTE, J. F.; JAILER, R.; NUTE G. R.; WILLIAMS, J. L. Carcass quality of several European cattle breeds preliminary results. **Proceedings** of 50th International Congress of Meat Science and Technology (p. 516-518). 8th-13th August, Helsinki, Finland, 2004.

SEIDEMAN, S. C; CROUSE, J. D. Muscle fiber studies comparing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat Science,** v.17, p. 55-72**,** 1985.

SOSNICKI, A. Association of micrometric traits on meat quality, fattening and slaughter traits in the pig. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1412, 1987.

STAUN, H. The nutritional and genetic influence on number and size of muscle fibres and their response to carcass quality in pigs. **World Review of Animal Production**, v.3, p. 18–26,1972.

WARITTHITHAM, A.; LAMBERTZ, C.; LANGHOLZ, H.; WICKE, M.; GAULY, M. Muscle fiber characteristics and their relationship to water holding capacity of Longissimus dorsi muscle in Brahman and Charolais crossbred bulls. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.23, n.5, p.665–671, 2010.

WHEELER, T. L.; VOTE, D.; LEHESKA, J. M.; SHACKELFORD, S. D.; BELK, K. E.; WULF, D. M.; GWARTNEY, B. L.; KOOHMARAIE, M. The efficacy of three objective systems for identifying beef cuts that can be guaranteed tender. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 3315-3327, 2002.

WOESSNER JUNIOR, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.93, p. 440-447, 1961.

WRIGHT, S. A.; RAMOS, P. R..; JOHNSON, D. D.; SCHEFFLER, J. M.; ELZO, M. A.; MATEESCU, R. G.; BASS, A. L.; CARR, C. C.; SCHEFFLER, T. L. Brahman genetics influence muscle fiber properties, protein degradation, and tenderness in an Angus-Brahman multibreed herd. **Meat Science**, v.135, p.84-93, 2017.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that effect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2716–2728, 1990.

CAPÍTULO 5 - DETERMINAÇÃO ESTATÍSTICA DA QUANTIDADE MÍNIMA SIGNIFICATIVA DE AMOSTRAS PARA AVALIAÇÃO DE FIBRA MUSCULAR EM BOVINOS

(PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE FIBRA MUSCULAR)

RESUMO: No que se diz respeito ao estudo de fibra muscular ainda há vários entraves devido à falta de referência sobre o método correto de avaliação. As referências na literatura citavam com riqueza de detalhes apenas sobre as técnicas possíveis para uma análise por lâminas histológicas (histoquímica) ou bioquímica, ou seja, sobre a coleta e preparo das amostras para avaliação. No entanto, ao buscar referências sobre como proceder em relação ao método de fotografia das lâminas, leitura e quantidade de amostras, nenhuma referência foi encontrada. Os trabalhos publicados praticamente omitem essa descrição no material e métodos, o que comprovou que não há uma técnica estabelecida, uma metodologia padronizada que seja válida, confiável e significativa (representativa). No geral, os autores citam a metodologia, se foi análise bioquímica ou histológica, referenciam, porém, a partir da informação que as lâminas foram fotografadas e "analisadas", se perde o detalhamento e cessam as explicações. Diante disso, devido à falta de informações consolidadas e de uma metodologia padronizada e já estabelecida, o objetivo deste estudo foi identificar e determinar estatisticamente um número mínimo de amostras de imagem necessárias para obter uma avaliação significativa no estudo sobre fibra muscular (composição e características de cada tipo) em músculos de bovinos realizado a partir da metodologia com lâminas histológicas. Foram utilizadas 32 fêmeas bovinas contemporâneas. Após o abate dos animais, foram coletadas por meio de biopsia muscular amostras de cinco cortes distintos, sendo eles de locomoção e sustentação do traseiro e do dianteiro - lagarto, contrafilé, paleta e ponta de peito. As amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. Para obtenção de secções semi-seriadas transversais das fibras (12 µm de espessura), foram colhidas amostras em várias lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo das mesmas, utilizando a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por Dubowitz & Brooke (1973). Para avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi utilizada a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por Olgivie e Feedback (1990). Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal, capturadas (fotografadas) e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, pelo software Image-Pro Plus versão 6.0. Foi calculado o valor de probabilidade para o *teste T* comparando as quantidades de fibras musculares e utilizando os grupos genéticos como efeito fixo. A fórmula utilizada para se calcular a probabilidade foi *TESTET* composta por 4 argumentos, os dois primeiros variavam de

acordo com o número de lâminas utilizadas de cada grupo genético, o terceiro argumento foi padronizado como sendo 2 que determina uma distribuição bicaudal e o argumento 4 foi padronizado como sendo 3 que indica que os grupos comparados possuem distribuição homogenia das suas variância. Por fim, foram conferidas a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos erros. Ficou evidente como a variedade das fibras dentre os músculos - de acordo com a região anatômica, função muscular e metabolismo, dificulta a padronização da análise devido a sua heterogeneidade. Contudo, a partir do banco de dados aqui avaliado, sugere-se como minimamente representativa a análise com 5 animais/amostras e leitura de 6 fotos por lâmina histológica, devendo esta ser analisada em sua totalidade e não parcialmente de modo aleatório. Contudo, mais estudos são necessários nesse propósito para poder confirmar e sustentar os resultados aqui obtidos e assim, realmente poder estabelecer assertiva e seguramente uma quantidade mínima de imagens necessárias para validar e representar fielmente uma análise de fibra muscular, seja para estudo de classificação ou de composição muscular.

Palavras-chave: ciência da carne, composição muscular, padronização de análise, teste de significância, tipificação de fibras

STATISTICAL DETERMINATION OF THE MINIMUM SIGNIFICANT AMOUNT OF SAMPLES FOR EVALUATION OF MUSCULAR FIBER IN CATTLE

(PROPOSAL OF METHODOLOGY FOR FIBER MUSCLE ANALYSIS)

ABSTRACT: Regarding the study of muscle fiber, there are still several obstacles due to the lack of reference on the correct method of assessment. References in the literature cited in great detail only the possible techniques for analysis by histological slides (histochemistry) or biochemistry, that is, the collection and preparation of samples for evaluation. However, when looking for references on how to proceed in relation to the slide photography method, reading and number of samples, no reference was found. The published works practically omit this description in the material and methods, which proved that there is no established technique, a standardized methodology that is valid, reliable and meaningful (representative). In general, the authors cite the methodology, whether it was biochemical or histological analysis, however, referring to the information that the slides were photographed and “analyzed”, the details are lost and explanations cease. Therefore, due to the lack of consolidated information and a standardized and already established methodology, the objective of this study was to identify and statistically determine the minimum number of image samples necessary to obtain a significant evaluation in the study on muscle fiber (composition and characteristics of each type) in bovine muscles performed using the methodology with histological slides. 32 contemporary bovine females were used. After slaughtering the animals, samples of five different cuts, from locomotion and support of the fore and hind quarters, were collected by muscle biopsy. The samples were fixed in N-Hexane, placed in cryotubes and stored in liquid nitrogen. To obtain semi-serial cross-sections of the fibers (12 μm), samples were taken from several slides previously identified, and subsequently subjected to histochemical analyzes to determine the speed of myosin contraction and type of metabolism using the technique Nicotinamide Adenine Dinucleotide Tetrazolium Reductase (NADH-TR), modified by Dubowitz & Brooke (1973). To evaluate the type of myosin (slow or fast contraction), the technique adapted from the metachromatic staining method of ATPase activity in myofibrils (m-ATPase) was used, described by Olgivie e Feedback (1990). The data were obtained from all images of the histological sections of each animal, captured (photographed) and analyzed using the image analysis system, using the Image-Pro Plus software version 6.0. The probability value for the T test was calculated by comparing the amounts of muscle fibers and using the genetic groups as a fixed effect. The formula used to calculate the probability was *TESTET* composed of 4 arguments, the first two of which varied according to the number of slides used in each genetic group, the third argument was standardized as being 2 which determines a two-tailed distribution and argument 4 was standardized as being 3 which indicates that the compared groups have homogeneous distribution of their variances. Finally, the homogeneity of variances and the normality of errors were checked. It was evident how

the variety of fibers among the muscles - according to the anatomical region, muscle function and metabolism, makes it difficult to standardize the analysis due to its heterogeneity. However, from the database evaluated here, the analysis with 5 animals/samples and reading of 6 photos per histological slide is suggested as minimally representative, which should be analyzed in its entirety and not partially at random. However, more studies are needed in this purpose to be able to confirm and support the results obtained here and thus, to be able to assertively and surely establish a minimum amount of images necessary to validate and faithfully represent a muscle fiber analysis, whether for classification or muscle composition.

Keywords: meat science, muscle composition, standardization of analysis, significance test, fiber typing

1. INTRODUÇÃO/ JUSTIFICATIVA

Ao iniciar o preparo para o estudo de fibra muscular desenvolvido neste presente projeto de pesquisa, vários entraves surgiram devido à falta de referência sobre o método correto de avaliação. As referências na literatura citavam com riqueza de detalhes apenas sobre as técnicas possíveis para uma análise por lâminas histológicas (histoquímica) ou bioquímica, ou seja, sobre a coleta e preparo das amostras para avaliação. Ao buscar referências sobre como proceder em relação ao método de fotografia das lâminas, leitura e quantidade de amostras, nenhuma referência foi encontrada. Os trabalhos publicados praticamente omitem essa descrição no material e métodos, o que comprovou que não há uma técnica estabelecida, uma metodologia padronizada que seja válida, confiável e significativa (representativa). Na sequência foi apresentado o que encontramos na literatura sobre análise de fibra muscular para contextualizar um pouco mais do que motivou a elaboração da proposta aqui desenvolvida.

Astruc (2014), revisou os métodos de *Identificação dos Tipos de Fibras* e citou que vários métodos foram propostos para identificar o tipo de fibra, alguns baseados na caracterização histológica, outros na caracterização bioquímica. De acordo com a revisão do autor, os métodos existentes para a análise são:

- Histoquímico/Histológico – As proporções de cada tipo são obtidas por cálculo. O uso de algoritmos de computador permite a análise semiautomática de imagens digitais, e essa etapa agora é mais rápida e menos árdua do que antes. Três abordagens histológicas principais são implementadas para caracterizar as fibras com base em sua velocidade de contração, características metabólicas ou, usando a reação antígeno / anticorpo, para identificar com precisão as diferentes isoformas de miosina. O primeiro e mais comum método é baseado nos diferenciais de sensibilidade da actomiosina ATPase em diferentes condições de pH. O segundo método usa reações histoquímicas para enzimas do metabolismo oxidativo aeróbio refletindo o conteúdo mitocondrial, usando a enzima succinato desidrogenase (SDH) para avaliar a capacidade oxidativa e de

capacidade glicolítica, usando a enzima NADH-tetrazólio redutase (NADH-TR) (Rahelic e Puac, 1981; Baker e Santer, 1990). O terceiro método baseia-se na identificação das isoformas de miosina por imuno-histoquímica, utilizando anticorpos monoclonais específicos.

- Bioquímico – As isoformas têm pesos moleculares ligeiramente diferentes, o que significa que podem ser separadas por eletroforese. A densidade de cada banda é proporcional à quantidade da isoforma da miosina de cadeia pesada correspondente. Esta técnica, baseada na análise de um extrato muscular, é menos árdua do que os métodos histológicos e oferece a vantagem adicional de fornecer uma quantificação global da proporção de cada isoforma.

Outro, por ensaio de enzimas que refletem o metabolismo oxidativo ou glicolítico. Este tipo de análise de rotina é capaz de caracterizar o tipo de metabolismo muscular em um grande número de amostras, mas a abordagem oferece granularidade incomparável que a histologia ou eletroforese, e é incapaz de diferenciar o tipo contrátil, o que significa que não pode diferenciar as proporções relativas de Fibras do tipo I e tipo IIA, ambas com metabolismo oxidativo.

Os métodos bioquímicos podem ir contra os métodos histológicos porque eles não podem identificar a distribuição de cada tipo de célula e são incapazes de caracterizar os tipos híbridos de fibra. O método mais preciso disponível hoje usa imuno-histoquímica para identificar diferentes isoformas de miosina. O acoplamento com técnicas de histoenzimologia é demorado, mas permite uma identificação mais robusta dos tipos de células.

Para finalizar a citação, o autor comentou que a caracterização avançada da matéria-prima combinada com otimizações em seus processos de transformação deve permitir que a indústria de alimentos obtenha maior controle do processo sobre as propriedades de qualidade dos produtos finais de consumo. No entanto, que mais pesquisas seriam necessárias para obter uma visão mais profunda das ligações entre o tipo de fibra muscular e a variabilidade da qualidade da carne e os mecanismos moleculares envolvidos.

Klont et al. (1998), também citaram, previamente, essas análises em seu artigo. Concluíram que, experimentos de seleção baseados em características bioquímicas e histoquímicas determinadas em biópsias ou outros meios e no estudo das respostas de seleção correlacionadas, podem possivelmente fornecer melhores ferramentas para estudar essas relações. Tais experimentos podem levar ao desenvolvimento e aplicações de novos traços musculares em futuros programas de melhoramento, desde que os problemas científicos e práticos associados sejam resolvidos.

Lee et al. (2010), relataram um pouco mais dos métodos de identificação com base no princípio de Brooke e Kaiser (1970), que mostraram o método com uma faixa de pré-incubações de pH e três tipos principais de fibras foram convencionalmente determinados por métodos histoquímicos em músculo esquelético adulto, ou seja, fibras dos tipos I, IIA e IIB. Os autores comentaram que os métodos são úteis para classificar as fibras em três tipos principais, ou seja, fibras vermelhas, intermediárias e brancas. A tipagem e contagem de fibras musculares convencionais por método histoquímico é uma tarefa muito trabalhosa e demorada que apresenta uma série de problemas técnicos (Rehfeldt et al., 2008). Ele estará sujeito a um alto nível de erro quando as fibras musculares são tipadas e contadas por séries de seções transversais das fibras musculares (Bee, 2004). Muitos fatores podem estar envolvidos, como número de amostra ou subamostra, localização de amostragem entre os músculos e dentro dos músculos e subjetividade das medições (Cerisuelo et al., 2007). Esses fatores podem afetar de maneira crucial a repetibilidade e a precisão. Portanto, várias metodologias de tipagem e contagem de fibras musculares devem ser tentadas para diminuir esses problemas. Trabalhos moleculares como o uso de anticorpos, técnicas genômicas usando RNA e metabolômica podem ser ferramentas úteis para superar esses problemas. (Ennion et al., 1995; Smerdu et al., 1994). As classificações histoquímicas convencionais de enzimas podem estar envolvidas em um alto nível de erro e subjetividade e não podem explicar claramente a variedade de isoformas de miosina. Portanto, também concluíram que mais estudos seriam necessários para avaliar essa incerteza por meio de vieses estritamente controlados, como espécie, raça, gênero, condições nutricionais, estado fisiológico dos animais e fatores ambientais. E que

infelizmente, havia pouca informação que esclarecia completamente a relação entre os tipos de fibras musculares, proteínas miofibrilares e proteólise enzimática.

Schiaffino et al. (2011), mencionaram que, embora os padrões globais de expressão gênica ainda não tenham fornecido uma imagem coerente dos perfis de tipo de fibra, podemos prever que análises de fibra única, ou análises de populações de fibras homogêneas, irão superar as limitações devido aos estudos de músculo inteiro.

Já com as informações sobre como foi desenvolvido os estudos, essas são as mais variadas possíveis, sem muitos detalhes e especificações do critério utilizado ou o porquê do método, como citado anteriormente. No geral, os autores citam a metodologia, se foi análise bioquímica ou histológica, referenciam, porém, a partir da informação que as lâminas foram fotografadas e “analisadas”, se perde o detalhamento e cessam as explicações. Na sequência, foram citados alguns exemplos do que e como se encontra esse assunto atualmente na literatura:

Herring et al., 1965 – avaliaram 12 músculos de 4 animais; amostras de cada músculo foram fixadas em formalina a 10% e seccionadas em 12 µm. Uma parte secundária foi selecionado aleatoriamente, e todas as fibras do feixe selecionado foram medida. A média de todas as fibras do feixe foi usada como o total representativo do perfil de fibra do determinado músculo.

Hunt et al., 1977 – estudaram 5 músculos de 6 animais bovinos; utilizaram para identificação métodos histoquímicos (NADH-TR). Fotografias foram tiradas e analisadas em microscópio, aproximadamente 400 fibras por músculo foram medidas e então calculado frequência e área média de cada tipo.

Calkins et al., 1981 – trabalharam com 65 bovinos; amostras histológicas seccionadas em 10 µm segundo o método de Ashmore e Doerr (1971). Foram tiradas 3 fotografias de cada amostra e classificadas em vermelha (αR), branca (αW) ou intermediária (βR) de acordo com o esquema de classificação descrito por Ashmore e Doerr (1971). Os autores analisaram a área total e o número total e o diâmetro foi calculado a partir da distribuição para cada tipo de fibra.

Crouse et al., 1991 – utilizaram 15 bovinos; duas amostras histológicas seccionadas em 10 µm e coradas para ATPase alcalina (Guth e Samaha, 1970) e atividade succinato desidrogenase (Troyer, 1980). As seções foram fotografadas posteriormente. Um grupo de aproximadamente 100 fibras por amostra foi contado e classificado como vermelho, intermediário ou branco com base na intensidade da coloração. As áreas de 25 fibras de cada tipo foram então determinadas usando um analisador de tamanho de partícula e calculada frequência de cada tipo com base no total identificado.

Seideman et al., 1985 – 53 bovinos foram utilizados; uma amostra de cada animal foi cortada em seções de 10 µm perpendiculares à direção da fibra, corada para atividade de succinato desidrogenase (Troyer, 1980) e fotografadas. Um mínimo de 100 fibras por amostra foi contado e mensuradas a frequência e área média de cada tipo de fibra.

Wegner et al., 2000 – avaliaram de 5 a 17 bovinos de 4 raças diferentes; para tipagem de fibra em bovinos, adaptou o método validado para suínos por Szentkuti e Eggers (1985), baseado na técnica de Brooke and Kaiser (1970). As lâminas foram coradas pelo método da adenosina trifosfatase para classificação das fibras como Tipo I, IIA e IIB; Aproximadamente 300 fibras por animal foram mensuradas e classificadas a partir de um software de análise por imagem.

Arrigoni et al., 2004 – utilizaram 90 bovinos inteiros mestiços jovens, sendo 30 de cada grupo genético estudado: Angus + Nelore, Canchim + Nelore e Simental + Nelore. Para o estudo do diâmetro das fibras musculares esqueléticas do músculo *semitendinosus* (região do corte cárneo do Lagarto) foram utilizados seis animais de cada tratamento (n=18). Os cortes histológicos para a produção das lâminas foram de 10 µm de espessura. Para a determinação da área e cálculo das frequências, foram contadas 300 fibras por lâmina, correspondendo à observação de 16 campos de visualização.

Xie et al., 2012 – 40 bovinos foram avaliados; as amostras foram preparadas a partir da técnica de atividade da desidrogenase da mitocôndria (Gauthier, 1969). As fibras foram classificadas em vermelhas, intermediárias e brancas de acordo com a

intensidade da reação de coloração. A porcentagem do tipo de fibra muscular, o diâmetro da fibra muscular e a densidade da fibra muscular foram determinados por câmera digital (Nikon, TE2000-S, Japan) e software de análise Image Pro-plus. Não citaram a quantidade de fibras analisadas.

Gondim et al., 2013 - A tipagem de fibras musculares leva em consideração características bioquímicas, histoquímicas e funcionais. Todas essas técnicas constituem um repertório de métodos para o estudo da plasticidade muscular. Apesar de a técnica histoquímica para a m-ATPase ter sido desenvolvida na década de 70' (Brooke e Kaiser, 1970), não existe na literatura nenhuma publicação que descreva a tipologia muscular de qualquer raça zebuína nacional.

Choi et al., 2016 – estudaram 86 suínos; foram realizadas análises histológicas por corte transversal do músculo (10 μm), fotografados e examinados via sistema de análise de imagem (Image Pro-Plus). Aproximadamente 600 fibras foram mensuradas por amostra e então, calculadas frequência e área de cada tipo de fibra.

Gagaoua et al., 2017 – foram analisadas 110 vacas; amostras histológicas foram analisadas a partir de lâminas com corte transversal de 10 μm. Entre 100 e 200 fibras em cada amostra foram utilizadas para determinar a área (μm^2) por análise de imagem.

Wright et al., 2017 – 12 bovinos foram estudados; foi realizado o método Imuno-histoquímica com cortes de 10 μm para detectar os tipos I, IIA e IIB, determinando a área de cada tipo. As imagens foram analisadas com um microscópio fluorescente EVOS FL (Advance Microscopy Group, Bothell, WA). As fibras que ficavam roxas foram consideradas do Tipo I, fibras avermelhadas do Tipo IIA e fibras pretas, IIB. Aproximadamente 900 fibras foram contadas por animal. A área de cada fibra foi obtida através do software *ImageJ*. e a porcentagem calculada com base no total de cada tipo identificado.

Lee et al., 2018 – 87 bovinos analisados; utilizaram o método da m-ATPase com incubação segundo Lind e Kernell (1991) e cortes transversal de 10 μm. As imagens histoquímicas foram analisadas pelo software Image-Pro Plus. Para cada amostra,

aproximadamente 600 fibras foram utilizadas para a análise estatística da área e frequência.

Hughes et al., 2019 – utilizaram no estudo 19 animais bovinos; foi feita a taxa de oxidação pela técnica NADH, com um total de 6 imagens coletadas aleatoriamente por amostra e analisadas em software de análise de imagem.

Lee et al., 2019 – 65 bovinos comporam o estudo; foram realizados cortes de série transversal para classificação das fibras em Tipo I, IIA ou IIB de acordo com a contração muscular e características metabólicas. A área e frequência de cada fibra foram calculadas a partir da análise de 30 pontos aleatórios por amostra – os autores não citaram a quantidade média de fibras observadas.

O estudo de fibra muscular com suínos encontra-se um pouco mais aprofundado, por ter sido mais pesquisado, e por isso se tem uma literatura mais vasta, no quesito de composição e características das fibras musculares e suas correlações com a qualidade da carne. No entanto, devido a mesma problemática aqui exposta para a metodologia com análise histológica**,** Cerisuelo et al. (2007), na tentativa de encontrarem uma resposta definida para sanar esse *gap*, fizeram um trabalho intitulado por "***How many muscle samples are required to obtain reliable estimations of muscle fiber characteristics from pig longissimus muscle*?".** Na sequência pode-se conferir um pouco do trabalho dos autores, os quais relataram que metodologicamente, a contagem e tipagem das fibras musculares é uma tarefa muito tediosa e demorada que apresenta uma série de problemas técnicos (Rehfeldt et al., 2004). A contagem de fibras a partir de cortes histológicos ainda é a técnica mais amplamente utilizada (Fiedler e Branscheid, 1998). Em espécies pecuárias, como ovelhas, bovinos e suínos, a impraticabilidade de preparar e contar seções transversais inteiras de grandes músculos exige um procedimento de amostragem baseado em técnicas de subamostragem. Assim, as estimativas das características da miofibra estarão sujeitas a um alto nível de erro (Bee, 2004). O número de fibras e sua área média obtida em pequenas amostras são então extrapolados para toda a seção transversal do músculo, mas sua reprodutibilidade e medição precisa permanece um desafio. As proporções do tipo de fibra e a área da seção transversal da fibra podem variar consideravelmente nos músculos esqueléticos de

mamíferos (Oksbjerg et al., 2004). Embora os músculos geralmente contenham uma mistura de miofibras, podemos distinguir os músculos rápidos e lentos ou glicolíticos e oxidativos com base no tipo de fibra dominante dentro dos músculos. Os chamados músculos mistos exibem principalmente maiores proporções de fibras oxidativas ou tipo I em suas partes profundas, próximas ao osso, em comparação com suas partes superficiais, como mostrado para os músculos *semitendinosus* e longissimus (Fiedler et al., 1998; Lefaucheur et al., 1995).

Os autores também citaram que, existem poucos relatos na literatura que fornecem informações sobre o número mínimo de fibras que deve ser medido para minimizar o erro na estimativa das características das fibras musculares (para suínos jovens: White et al., 2000; ovinos: Greenwood et al., 2000). Em relação aos suínos adultos, não há acordo sobre quantas amostras por animal devem ser colhidas, que varia de um (Bee, 2004; Dwyer et al., 1994; Gondret et al., 2005; White et al., 2000) para no máximo de cinco (Nissen et al., 2003; Pedersen et al., 2001). Da mesma forma, não há consenso sobre o número ideal e a localização ideal. O número de fibras que devem ser contadas por amostra varia de 200 a 300 (Gondret et al., 2005; Nissen et al., 2003; Pedersen et al., 2001), 500 (Fiedler et al., 2005; Gentry et al., 2004; White et al., 2000) e mais de 1000 (Lefaucheur et al., 2003). Alguns autores usam diferentes números de fibra por amostra dependendo da característica estudada (Gentry et al., 2004; Gondret et al., 2005; Lefaucheur et al., 2003).

Os autores utilizaram para essa pesquisa 23 suínos; depois do abate, cinco amostras de músculo em forma de cubo (aproximadamente 1 cm^3) por animal foram coletadas uniformemente, distribuídas sobre a área da seção transversal do músculo *Longissimus thoracis*. As lâminas foram produzidas com seções seriais transversais de 10 µm, coradas para a atividade de miosina adenosina trifosfatase (ATPase), usando uma modificação do método descrito por Latorre et al., (1993). As áreas das fibras do tipo I, IIA e IIB foram mensuradas utilizando o sistema de análise de imagem assistida por computador (MIP 4, Digital Image System, S.A., Barcelona, Spain). Todas as medições foram feitas pela mesma pessoa, a fim de reduzir a variabilidade subjetiva ao mínimo. Para cada amostra, as medições foram feitas em pelo menos 300 fibras (o que

significa pelo menos 1500 fibras por animal). *O número de 300 fibras por amostra foi escolhido por ser um dos números mais comumente usados na literatura.* Os dados foram usados para calcular a porcentagem de fibras tipo I, IIA e IIB, a área média de cada tipo de fibra e a área relativa ocupada por cada tipo de fibra (%), esta última foi calculada a partir da soma das áreas individuais das fibras de cada tipo.

Os autores relataram que para as condições experimentais, a análise de uma ou duas amostras (300 fibras musculares cada) não é suficiente para dar uma estimativa confiável para as características das fibras musculares de toda a área da seção transversal do músculo na área do músculo longissimus, e três amostras são solicitados a obter estimativas razoáveis. No geral, o uso de cinco amostras por animal resulta em valores de ICC (Coeficiente de correlação Intraclasse) próximos a 0,8, que foi o mais almejado por eles no quesito de significância, força da correlação, na maioria das características de fibra muscular estudadas. Portanto, nesses três casos, até mais de cinco amostras devem ser usadas para obter resultados confiáveis. *Quando o ICC é calculado para mais de cinco amostras, obtiveram que sete amostras no caso de porcentagens de fibra tipo I, nove amostras para a área relativa da fibra tipo IIB e oito amostras para a área média da fibra tipo IIA são necessários para obter um ICC de aproximadamente 0,8.* Os autores explicaram que as diferenças nos ICCs obtidos entre as várias características da fibra muscular, poderiam justificar o uso de diferentes números de amostras por animal dependendo da característica da fibra muscular estudada. Os resultados sugeriram que a determinação da composição do tipo de fibra requer um maior número de amostras e / ou fibras por animal do que a determinação das áreas médias das fibras. No entanto, devido à diferença que existe entre a composição do tipo de fibra, ou mesmo o tamanho das fibras em seus locais profundos próximos ao osso em comparação com suas partes superficiais (Fiedler et al., 1998; Lefaucheur et al., 1995), esses resultados não seriam representativos para toda a seção transversal do músculo.

Em conclusão, os resultados obtidos sugeriram que, quando as amostras são coletadas uniformemente distribuídas na área da secção transversal do músculo *Longissimus thoracis* do porco, em geral, cinco amostras por animal são recomendadas

para se obter estimativas minimamente aceitáveis das características das fibras musculares. Assim, esses resultados podem ajudar a ajustar o número de amostras utilizadas para obter estimativas representativas e mais confiáveis de diferentes características da fibra muscular. Problemas com a repetibilidade da estimativa de características da fibra muscular serão analogamente aparentes para diferentes condições experimentais (espécie, idade, músculo, etc.). Outra conclusão importante dos autores é que esses problemas não se restringem às medidas de características histológicas das fibras musculares, pois é bem conhecido que os tipos de fibras musculares esqueléticas diferem não apenas em termos estruturais, mas também em muitas propriedades funcionais e bioquímicas (Lefaucheur et al., 1995; Picard et al., 2002). Os autores finalizaram esclarecendo que o estudo poderia servir como uma sugestão para pesquisas futuras, mas abordagens semelhantes devem ser realizadas em cada caso, dependendo do objetivo específico e das condições de cada experimento, como foi no caso aqui utilizado.

2. OBJETIVOS

Diante do aqui exposto, devido à falta de informações consolidadas e de uma metodologia padronizada e já estabelecida, o objetivo deste estudo foi identificar e determinar estatisticamente um número mínimo de amostras de imagem necessárias para obter uma avaliação significativa no estudo sobre fibra muscular (composição e características de cada tipo) em músculos de bovinos realizado a partir da metodologia com lâminas histológicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais e avaliações

Foram utilizadas 32 fêmeas bovinas, sendo 16 da raça Nelore e 16 ½ Nelore x ½ Santa Gertrudis, com idade média aproximada de 24 meses. Para identificação e avaliação dos tipos de fibras musculares, foram retiradas amostras de quatro músculos (Paleta, Ponta de Peito, Lagarto e Contrafilé) de aproximadamente 1,0 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, com auxílio de bisturi cirúrgico, logo após a pesagem da carcaça quente no frigorífico. Essas amostras foram fixadas em N-Hexano, colocadas em criotubos e armazenadas em nitrogênio líquido. Para obtenção de secções semi-seriadas transversais das fibras (12 µm de espessura), foram colhidas amostras em várias lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo das mesmas. Para avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi utilizada a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por Olgivie e Feedback (1990). Na identificação das fibras pelo tipo de metabolismo (oxidativo, oxidativoglicolítico ou glicolítico) das fibras musculares, foi utilizada a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por Dubowitz & Brooke (1973).

Para análise das fibras musculares foram avaliados os seguintes parâmetros: área total relativa (AT), comprimento total relativo (CT), quantidade média - média de cada tipo de fibra mensurada através da divisão de todas as fibras identificadas pela quantidade total de amostras analisadas – (QM), quantidade total de cada tipo de fibra – soma de todas as fibras analisadas em todas as amostras – (QS) e frequência – porcentagem identificada (F) de cada tipo de fibra por campo microscópico analisado. A F média foi obtida como porcentagem do número total de fibras presentes por campo microscópico analisado. A AT de cada tipo de fibra foi calculada em µm² e o comprimento em µm. Os dados foram obtidos a partir de todas as imagens dos cortes histológicos de cada animal, totalizando uma média de 1.200 imagens (32 animais x 4 cortes x 10

imagens/corte), capturadas e analisadas por meio do sistema de análise de imagem, com auxílio do software Image-Pro Plus versão 6.0 (Figura 1).

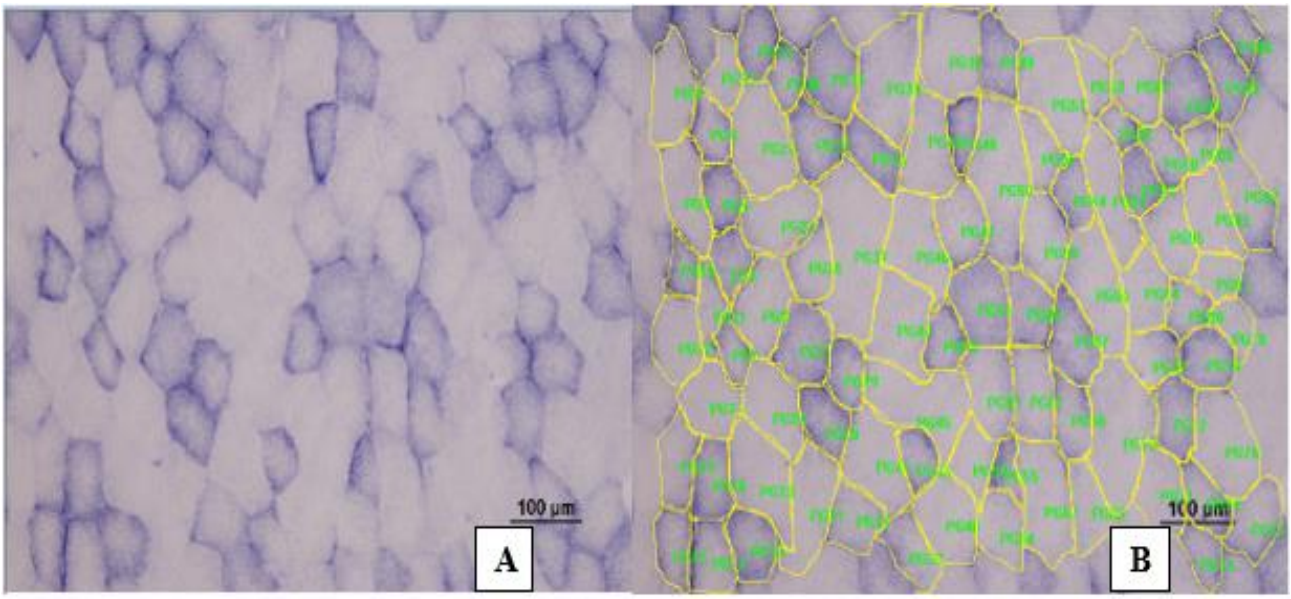


Figura 1. Exemplo de amostras de imagem antes (**A**) e após leitura (**B**), com todas as fibras musculares identificadas e analisadas, através do software *Image-Pro Plus* versão 6.0.

3.2. Análises de dados

- Criação do banco de dados

O banco de dados foi composto após a análise das fibras pelo software Image-Pro Plus versão 6.0, classificadas em oxidativas, intermediárias e brancas com mensurações de área, frequência, comprimento e quantidade de quatro músculos distintos (Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Palete) e dois grupos genéticos (Nelore e cruzado ½ Nelore + ½ Santa Gertrudis). Para fins de análise dos dados, estes passaram por um processo de homogeneização utilizando o critério do número mínimo em comum de lâminas por músculo por animal para que assim pudessem ser comparados.

- Análise dos dados

As análises foram feitas para cada músculo individualmente e em seguida foi feita as análises em pares segundo a função (sustentação e locomoção) e região em que eles estão situados (dianteiro e traseiro) e por fim foi agrupado todos os músculos e analisados juntamente. Os dados agrupados com mais de um tipo de músculo, foram agrupados de forma alternada sem levar em consideração apenas as raças como efeito fixo.

Os músculos de sustentação foram organizados de forma que a primeira observação foi referente ao músculo do corte Contrafilé e em seguida outra observação da Ponta de Peito e assim sucessivamente até finalizar as observações. Os músculos de locomoção foram organizados em que a primeira observação é referente a Paleta e em seguida a do Lagarto de forma sucessiva. Os músculos agrupados em dianteiro foram agrupados seguindo a ordem de Ponta de Peito e Paleta e o grupo traseiro foi primeiramente Contrafilé e em seguida Lagarto. Para o grupo de todos os cortes Contrafilé, Lagarto, Paleta e Ponta de Peito alternadamente.

- Análise estatística

Os dados foram digitados em planilhas do Excel onde foi calculado o valor de probabilidade para o *teste T* comparando as quantidades de fibras musculares e utilizando os grupos genéticos como efeito fixo. A fórmula utilizada para se calcular a probabilidade foi *TESTET* composta por 4 argumentos, os dois primeiros variavam de acordo com o número de lâminas utilizadas de cada grupo genético, o terceiro argumento foi padronizado como sendo 2 que determina uma distribuição bicaudal e o argumento 4 foi padronizado como sendo 3 que indica que os grupos comparados possuem distribuição homogênea das suas variâncias. Por fim, foram conferidas a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos erros.

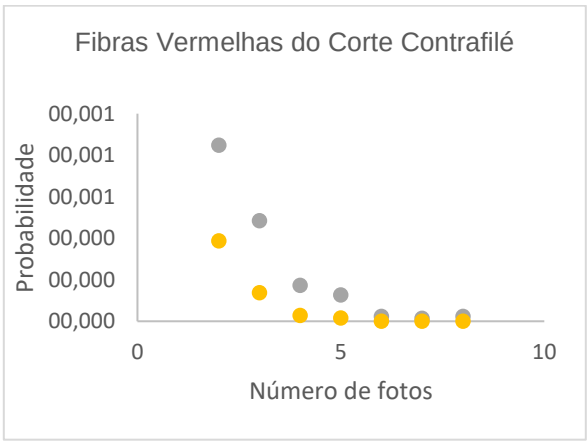
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

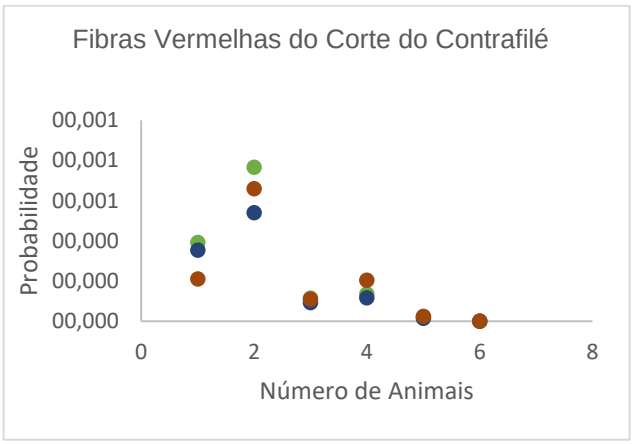
Os resultados serão apresentados e já discutidos seguindo a ordem crescente de agrupamentos, sendo assim, primeiramente cada um dos quatro cortes de modo individual, em seguida os pares de cortes analisados de acordo com a função, locomoção e sustentação, e região anatômica, dianteiro e traseiro, por último, a análise composta pela junção de todas as amostras – os quatro cortes em estudo: Contrafilé, Lagarto, Paleta e Ponta de Peito.

Tabela 1. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com o corte do Contrafilé de fêmeas bovinas.

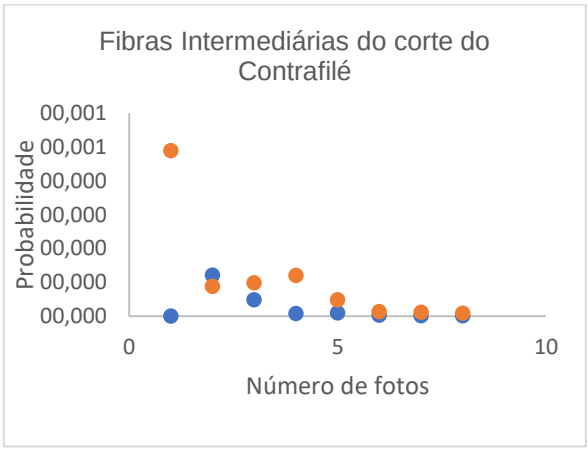
Fibras Oxidativas – Vermelhas						
	Nº de Animais					
Nº Fotos	1	2	3	4	5	6
1	1,0000	0,7117	0,4141	0,2582	0,1984	0,0517
2	0,7117	0,8496	0,6940	0,6271	0,8490	0,3880
3	0,8513	0,8047	0,7531	0,7058	0,4841	0,1372
4	0,5109	0,8718	0,4180	0,6297	0,1732	0,0285
5	0,6558	0,7513	0,5133	0,5763	0,1265	0,0157
6	0,3927	0,7671	0,1159	0,1363	0,0238	0,0012
7	0,3540	0,5402	0,0931	0,1162	0,0153	0,0010
8	0,2114	0,6600	0,1111	0,2053	0,0239	0,0011
Fibras Intermediárias						
1	1,0000	0,4888	0,7813	0,8814	0,5702	0,4930
2	0,1212	0,0877	0,8244	0,9868	0,4777	0,5113
3	0,0483	0,0981	0,8987	0,7807	0,2988	0,2542
4	0,0075	0,1203	0,7727	0,8084	0,2345	0,1640
5	0,0093	0,0483	0,4192	0,7996	0,4611	0,2560
6	0,0030	0,0136	0,3257	0,5758	0,6696	0,3924
7	0,0012	0,0112	0,3734	0,6473	0,6379	0,3735
8	0,0005	0,0081	0,3992	0,6686	0,6148	0,3075
Fibras Glicolíticas - Brancas						
1	1,0000	0,8749	0,5043	0,7910	0,3465	0,6357
2	0,3743	0,9341	0,3048	0,6654	0,2124	0,5755
3	1,0000	0,4246	0,1817	0,5373	0,1501	0,6041
4	0,4919	0,2588	0,2131	0,7186	0,2184	0,8728
5	0,2727	0,1303	0,1146	0,5694	0,1409	0,7164
6	0,0857	0,1064	0,0534	0,3294	0,0646	0,4952
7	0,0312	0,0667	0,0223	0,1969	0,0440	0,3452
8	0,0407	0,0285	0,0050	0,1072	0,0181	0,2677

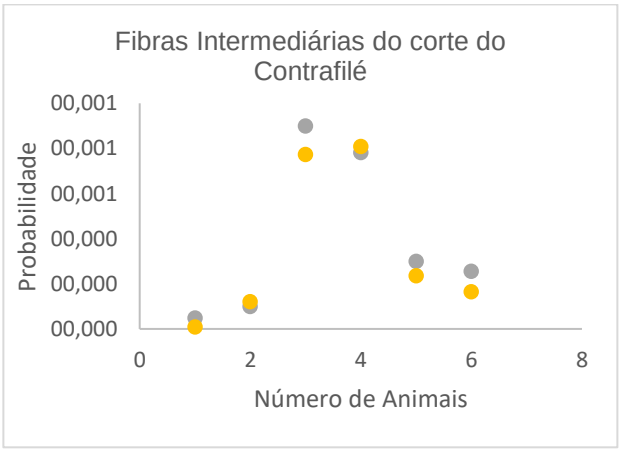
O contrafilé, sendo um músculo de sustentação, possui fibras vermelhas mais homogêneas em sua composição (Tabela 1) o que facilitou a curva de significância se estabelecer conforme o aumento da quantidade de amostras. Essa tendência não é tão bem estabelecida para as intermediárias e brancas, que se apresentam de forma mais heterogênea na composição muscular. Porém, a evidência da possível significância da análise, fica clara quando foi considerada a maior quantidade de amostras por animal e de animais com p<0,05, (Gráficos 1 – A e B, 2 – A e B e 3 - A e B).



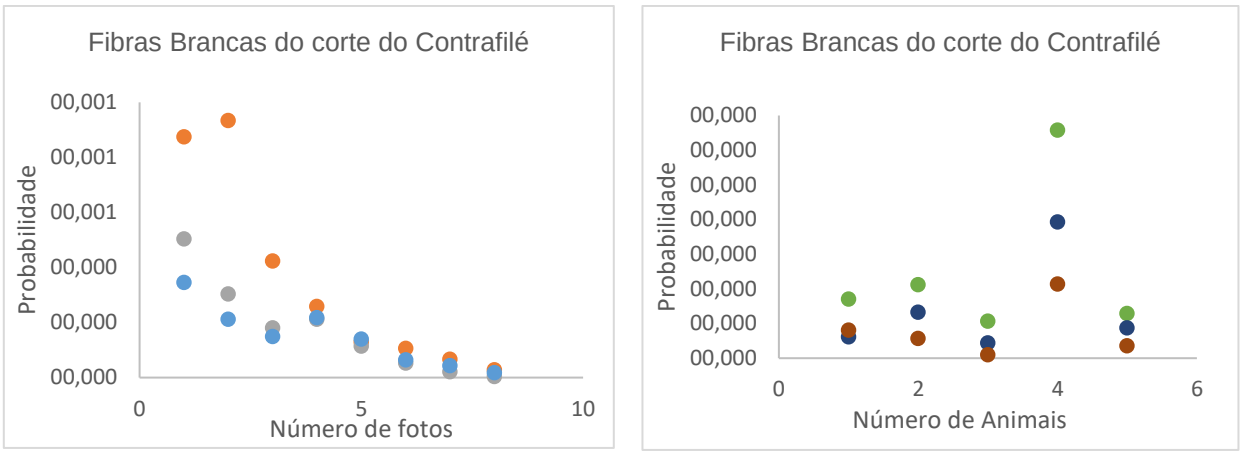


Gráficos 1 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 2 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

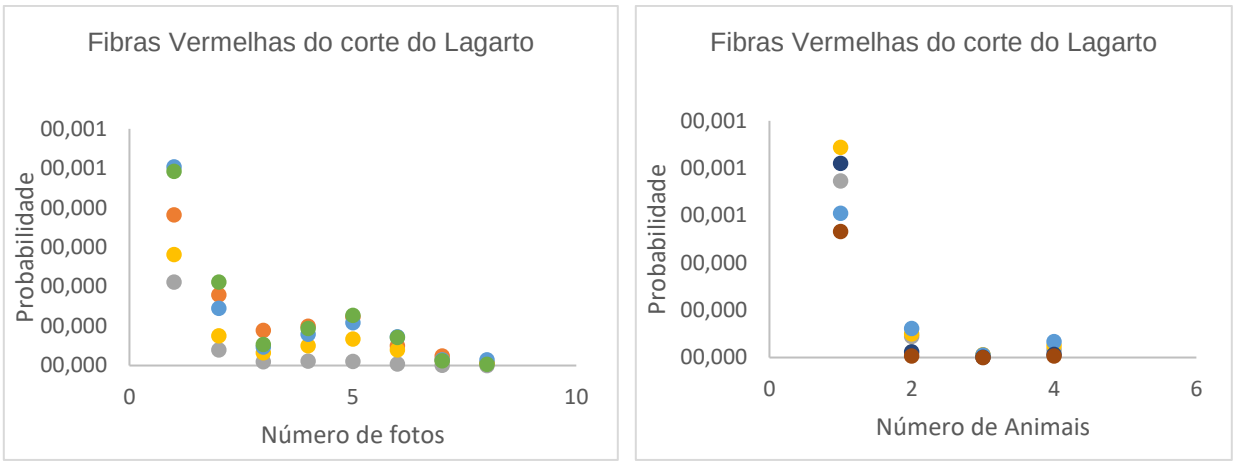


Gráficos 3 – *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte do Contrafilé com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B).**

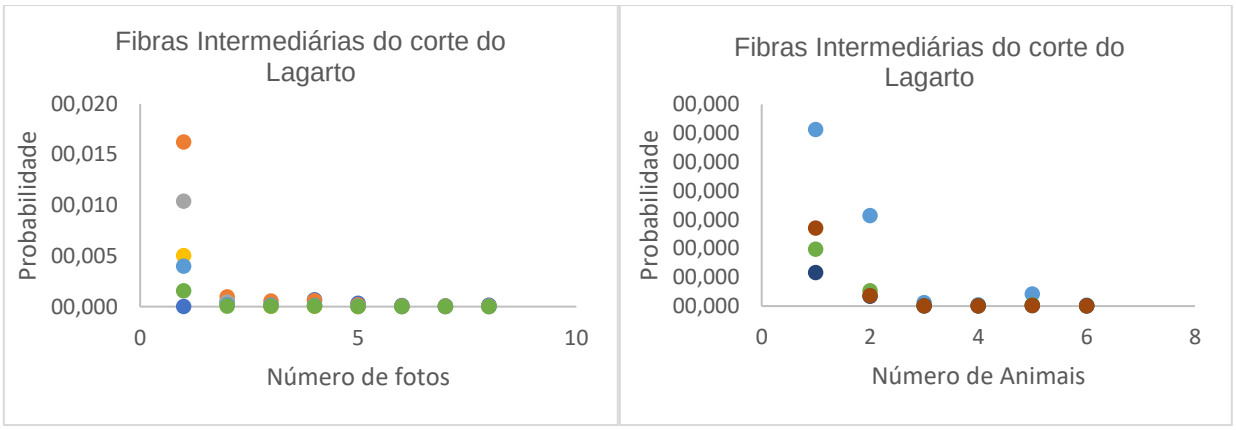
Na tabela 2 foram apresentados os testes de probabilidade para a análise de fibra muscular avaliadas no Lagarto, um corte de locomoção, e por toda a funcionalidade da fibra muscular nesse tipo de musculatura, nota-se a homogeneidade das fibras intermediárias e, principalmente, das brancas. O que facilita o estabelecimento de um número de fotos (amostras) por animal para realização do estudo com os tipos de fibras. Gráficos com a tendência da probabilidade mais significativa da análise (Gráficos 4 – A e B, 5 – A e B e 6 – A e B).

Tabela 2. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com o corte do Lagarto de fêmeas bovinas.

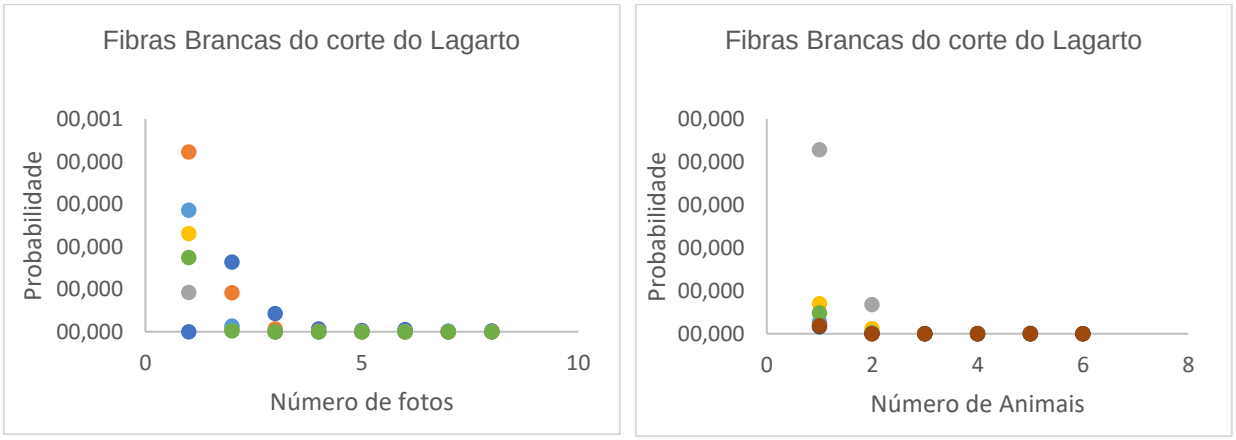
Fibras Oxidativas – Vermelhas						
	Nº de Animais					
Nº Fotos	1	2	3	4	5	6
1	1,0000	0,3819	0,2122	0,2812	0,5035	0,4922
2	0,8109	0,1792	0,0402	0,0756	0,1452	0,2117
3	0,7468	0,0897	0,0101	0,0326	0,0474	0,0538
4	0,8879	0,1002	0,0118	0,0504	0,0799	0,0941
5	0,6094	0,1234	0,0108	0,0671	0,1087	0,1277
6	0,9039	0,0505	0,0046	0,0402	0,0734	0,0713
7	0,8209	0,0246	0,0009	0,0140	0,0151	0,0124
8	0,5322	0,0067	0,0003	0,0064	0,0151	0,0037
Fibras Intermediárias						
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,4647	0,9609	0,4259	0,1973	0,1831	0,0387
3	0,1083	0,5459	0,0611	0,0274	0,1166	0,0380
4	0,6744	0,5678	0,0716	0,0211	0,0896	0,0167
5	0,3059	0,1566	0,0057	0,0018	0,0207	0,0014
6	0,0983	0,0262	0,0002	0,0001	0,0017	0,0000
7	0,0577	0,0169	0,0001	0,0000	0,0009	0,0000
8	0,1352	0,0178	0,0001	0,0000	0,0009	0,0000
Fibras Glicolíticas - Brancas						
1	1,0000	0,4226	0,0927	0,2305	0,2854	0,1744
2	0,1636	0,0917	0,0036	0,0072	0,0133	0,0022
3	0,0428	0,0068	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
4	0,0070	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0027	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0049	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



Gráficos 4 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



Gráficos 5 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

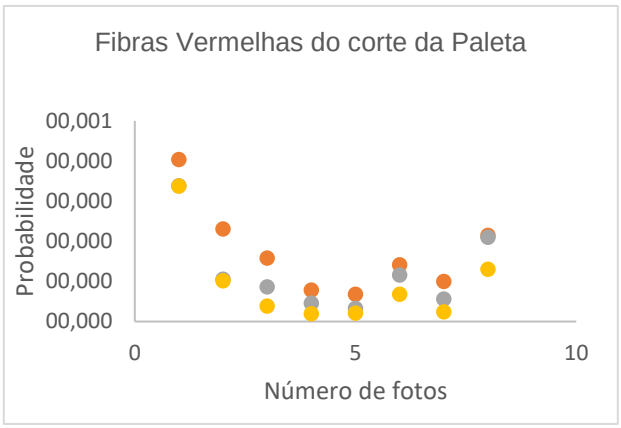


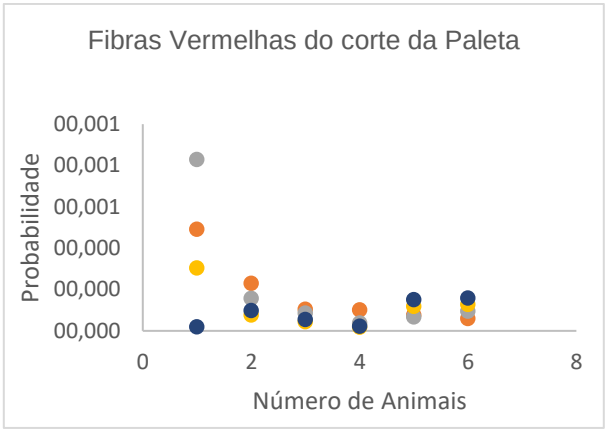
Gráficos 6 – *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte do Lagarto com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B).**

Foram apresentados os valores resultantes do teste T para a análise feita no corte da Paleta (Tabela 3). A paleta também é considerada um corte de músculo de locomoção, por isso, fica mais evidente a homogeneidade e facilidade de estabelecer um padrão mínimo coerente para a análise a partir das fibras brancas, como também poderá ser observado e comprovado na sequência com os gráficos (Gráficos 7 – A e B, 8 – A e B e 9 – A e B).

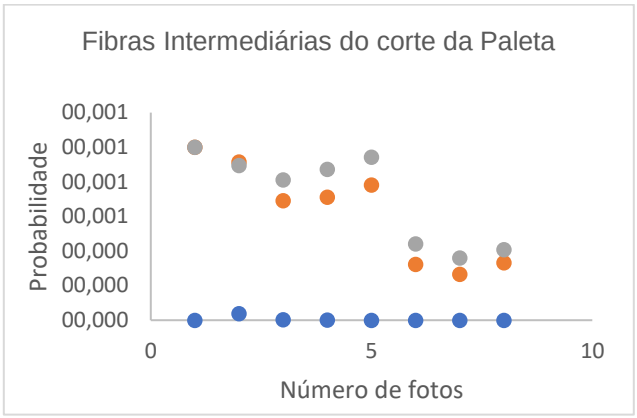
Tabela 3. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com corte da Paleta de fêmeas bovinas.

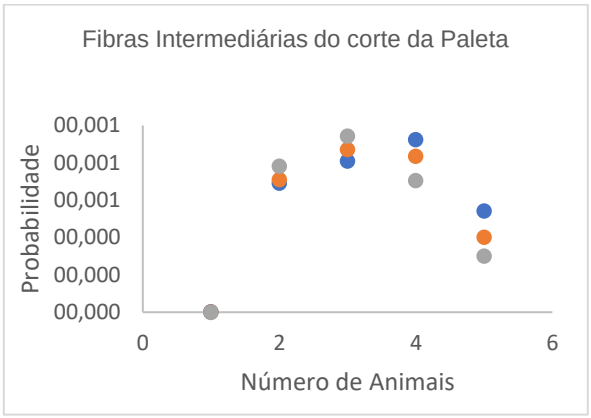
Fibras Oxidativas – Vermelhas						
	Nº de Animais					
Nº Fotos	1	2	3	4	5	6
1	1,0000	0,4035	0,3383	0,3377	0,1669	0,1882
2	0,4929	0,2308	0,1055	0,1017	0,0782	0,0612
3	0,8298	0,1582	0,0865	0,0386	0,0677	0,0958
4	0,3053	0,0781	0,0453	0,0194	0,1194	0,1290
5	0,1053	0,0680	0,0325	0,0208	0,2411	0,1815
6	0,0559	0,1416	0,1160	0,0681	0,3414	0,3225
7	0,0200	0,0998	0,0561	0,0237	0,1525	0,1592
8	0,0615	0,2146	0,2098	0,1299	0,1525	0,5131
Fibras Intermediárias						
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,0383	0,9159	0,8954	0,9885	0,7153	0,8502
3	0,0028	0,6920	0,8105	0,9251	0,5422	0,7453
4	0,0009	0,7113	0,8726	0,8361	0,4023	0,5558
5	0,0001	0,7820	0,9435	0,7062	0,3014	0,4489
6	0,0000	0,3226	0,4417	0,7462	0,7409	0,9720
7	0,0000	0,2664	0,3598	0,6537	0,6987	0,9935
8	0,0000	0,3329	0,4080	0,7248	0,6987	0,9324
Fibras Glicolíticas - Brancas						
1	1,0000	0,4462	0,3667	0,2827	0,0939	0,1782
2	0,4770	0,2738	0,2160	0,1118	0,0170	0,0873
3	0,1313	0,0630	0,0587	0,0107	0,0010	0,0103
4	0,0274	0,0690	0,0320	0,0069	0,0003	0,0085
5	0,0060	0,0343	0,0176	0,0128	0,0002	0,0105
6	0,0012	0,4369	0,1088	0,0811	0,0022	0,0321
7	0,0005	0,3238	0,0634	0,0453	0,0005	0,0155
8	0,0003	0,0379	0,0073	0,0069	0,0005	0,0018



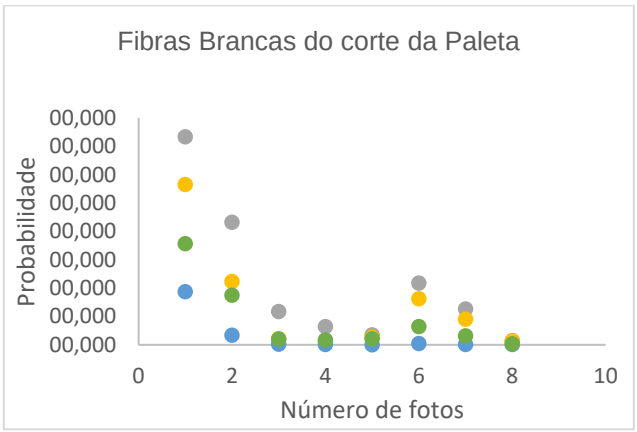


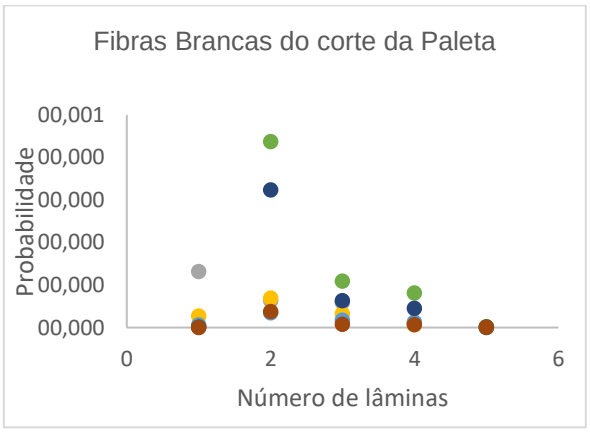
Gráficos 7 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 8 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



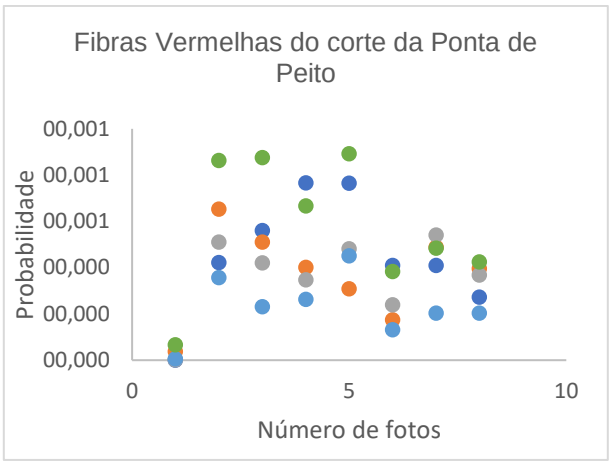


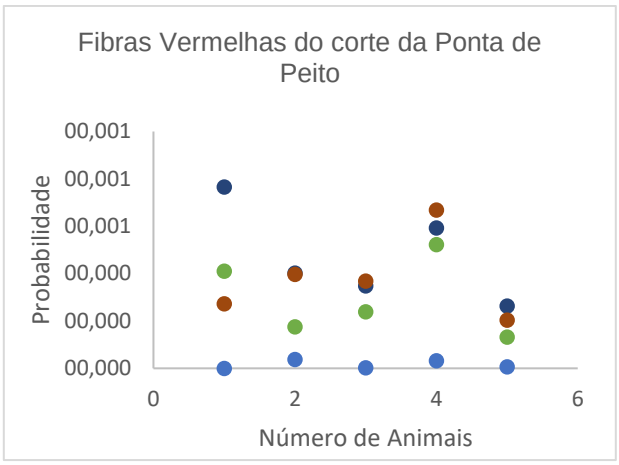
Gráficos 9 – *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte da Paleta com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

Por fim, para finalizar a parte do estudo individual dos cortes, foram apresentados os testes T para cada tipo de fibra no corte da Ponta de Peito (Tabela 4), um corte de sustentação do animal. Os resultados mais significativos foram observados com as fibras intermediárias, mais homogêneas que as demais neste corte específico. Foram apresentados os gráficos com a tendência à significância (p<0,05) de cada tipo de fibra avaliada (Gráficos 10 – A e B, 11 – A e B e 12 – A e B).

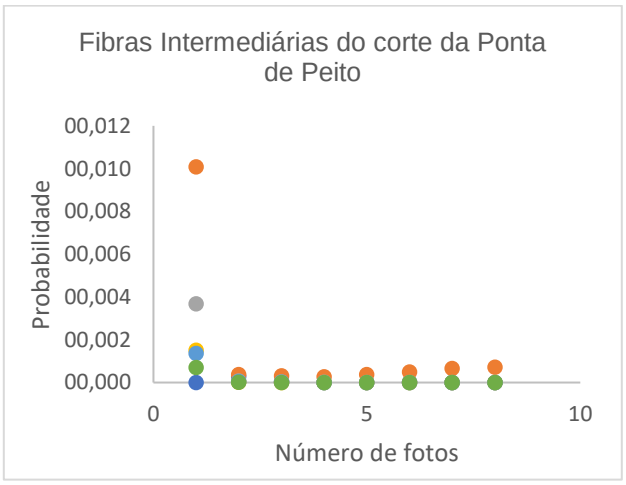
Tabela 4. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com o corte da Ponta de Peito de fêmeas bovinas.

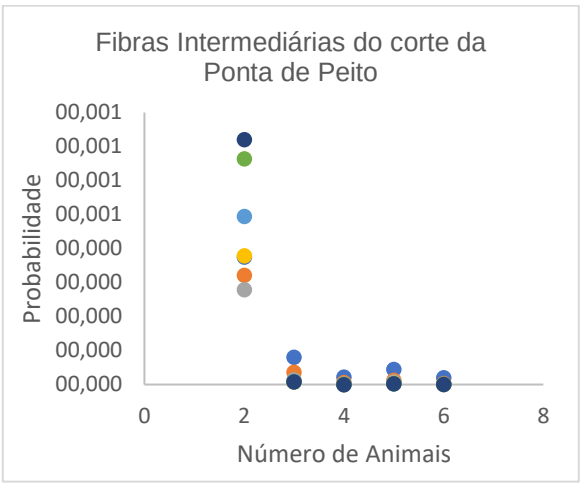
Fibras Oxidativas - Vermelhas						
	Nº de Animais					
Nº Fotos	1	2	3	4	5	6
1	1,0000	0,0377	0,0022	0,0319	0,0065	0,0673
2	0,4226	0,6540	0,5113	0,6783	0,3581	0,8641
3	0,5614	0,5113	0,4214	0,5683	0,2322	0,8768
4	0,7663	0,4021	0,3480	0,5932	0,2636	0,6675
5	0,7655	0,3087	0,4814	0,8669	0,4517	0,8922
6	0,4105	0,1755	0,2394	0,5225	0,1322	0,3845
7	0,4097	0,4889	0,5415	0,7703	0,2035	0,4849
8	0,2729	0,3966	0,3690	0,6685	0,2035	0,4247
Fibras Intermediárias						
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7099
2	0,2947	0,3749	0,0803	0,0224	0,0447	0,0207
3	0,0490	0,3218	0,0359	0,0059	0,0124	0,0029
4	0,0069	0,2789	0,0140	0,0028	0,0083	0,0016
5	0,0077	0,3784	0,0077	0,0006	0,0040	0,0006
6	0,0145	0,4942	0,0093	0,0003	0,0031	0,0004
7	0,0042	0,6639	0,0077	0,0001	0,0020	0,0002
8	0,0024	0,7208	0,0077	0,0001	0,0020	0,0001
Fibras Glicolíticas - Brancas						
1	1,0000	0,8626	0,4659	0,7854	0,3309	0,6328
2	0,2724	0,9334	0,2882	0,6614	0,2036	0,5743
3	1,0000	0,4132	0,1720	0,5341	0,1449	0,6035
4	0,4771	0,2499	0,2103	0,7179	0,2163	0,8727
5	0,2514	0,1219	0,1125	0,5685	0,1392	0,7162
6	0,0709	0,1002	0,0515	0,3278	0,0631	0,4948
7	0,0275	0,0604	0,0207	0,1946	0,0425	0,3445
8	0,0384	0,0243	0,0043	0,1051	0,0425	0,2670



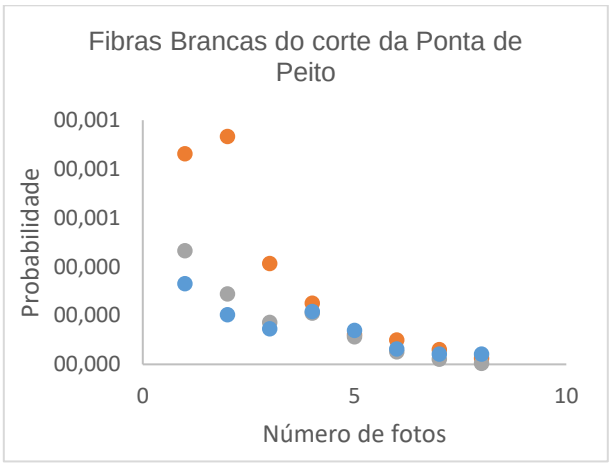


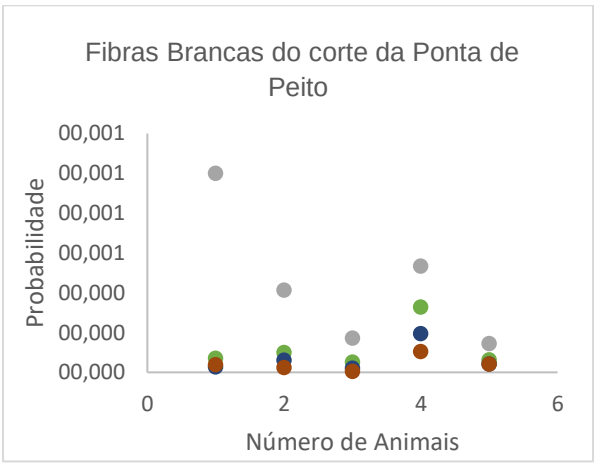
Gráficos 10 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 11 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



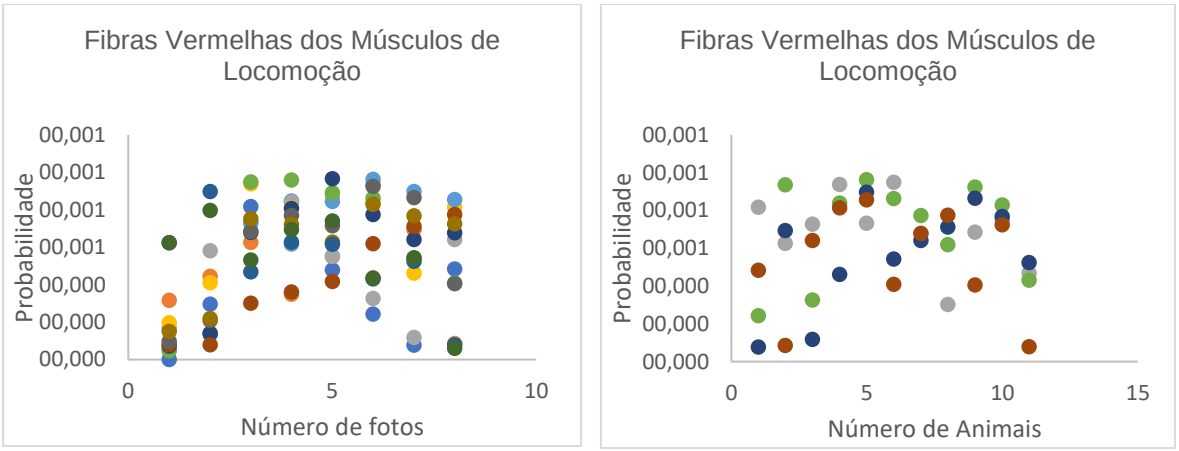


Gráficos 12 – *p valor* da análise de fibra muscular branca no corte da Ponta de Peito com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

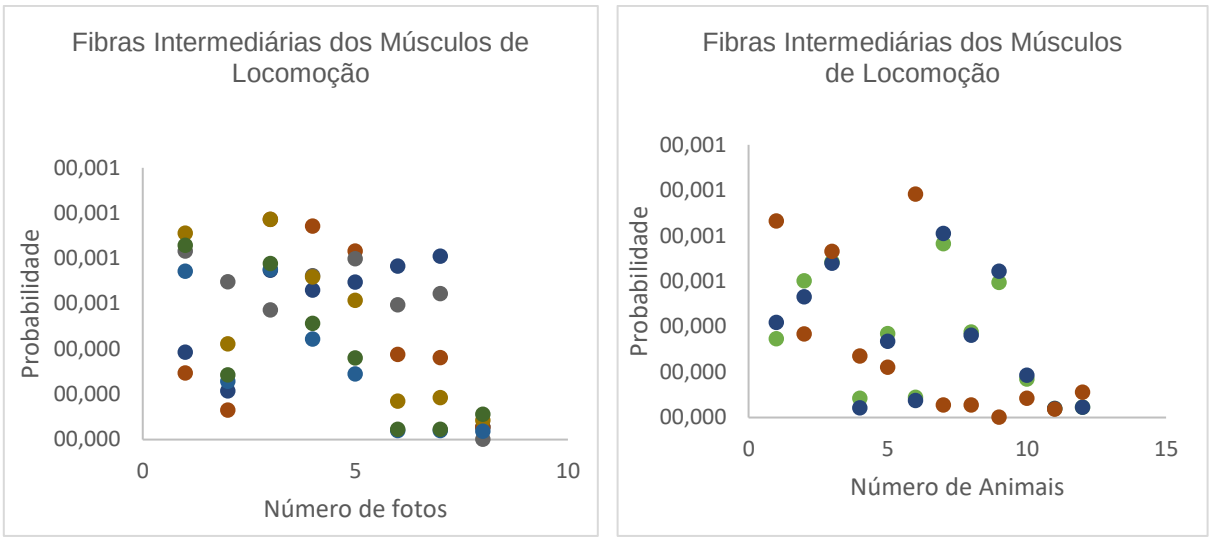
Tabela 5. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de locomoção, Lagarto e Paleta, de fêmeas bovinas.

Fibras Oxidativas – Vermelhas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	0,2952	0,8178	0,8468	0,4780	0,2435	0,0766	0,4832
2	0,3164	0,4438	0,6260	0,3491	0,5513	0,9349	0,6939	0,0862
3	0,1674	0,5819	0,7266	0,8431	0,5529	0,3262	0,1174	0,6417
4	0,1965	0,4109	0,9380	0,8103	0,8739	0,8393	0,4617	0,8136
5	0,0545	0,1359	0,7327	0,6173	0,8443	0,9628	0,8967	0,8555
6	0,0461	0,1418	0,9496	0,9589	0,8910	0,8624	0,5428	0,4090
7	0,0725	0,1393	0,6783	0,8062	0,9652	0,7736	0,6416	0,6777
8	0,0782	0,0783	0,3016	0,3601	0,4168	0,6192	0,7115	0,7741
9	0,0974	0,2086	0,6846	0,7696	0,7150	0,9243	0,8643	0,4047
10	0,1512	0,2182	0,7518	0,7219	0,6282	0,8284	0,7684	0,7247
11	0,6249	0,8974	0,4688	0,6276	0,6158	0,4314	0,5247	0,0782
12	0,6235	0,7973	0,5323	0,6940	0,7396	0,4367	0,5441	0,0594*
Fibras Intermediárias								
1	1,0000	0,3716	0,7476	0,9568	0,6260	0,3476	0,4192	0,8656
2	0,3323	0,1050	0,5324	0,8756	0,8719	0,6016	0,5312	0,3690
3	0,2033	0,1074	0,7085	0,9436	0,9158	0,6850	0,6799	0,7320
4	0,0933	0,0169	0,7382	0,4550	0,3187	0,0851	0,0437	0,2709
5	0,1936	0,0826	0,8389	0,9102	0,8514	0,3703	0,3366	0,2226
6	0,1237	0,0240	0,7002	0,5524	0,3993	0,0898	0,0761	0,9839
7	0,3873	0,2155	0,7481	0,6613	0,6958	0,7661	0,8103	0,0559
8	0,2945	0,1302	0,9733	0,9439	0,8325	0,3763	0,3626	0,0562
9	0,8334	0,6979	0,5737	0,7244	0,7996	0,5956	0,6451	0,0016
10	0,9124	0,4230	0,9730	0,7190	0,6156	0,1703	0,1863	0,0859
11	0,7437	0,2581	0,7532	0,4450	0,2900	0,0406	0,0398	0,0369
12	0,8590	0,2865	0,7786	0,5136	0,3610	0,0461	0,0455	0,1121
Fibras Glicolíticas - Brancas								
1	1,0000	0,1488	0,1730	0,1338	0,0819	0,0485	0,0217	0,0183
2	0,1159	0,1111	0,0576	0,0065	0,0035	0,0014	0,0008	0,0268
3	0,9513	0,6550	0,7400	0,4422	0,5824	0,6277	0,6650	0,0000
4	0,9733	0,6772	0,4735	0,2744	0,2627	0,2364	0,2239	0,0000
5	0,6120	0,8224	0,9285	0,9197	0,8814	0,8190	0,6570	0,0000
6	0,7018	0,8281	0,5093	0,4802	0,6929	0,7605	0,8907	0,0000
7	0,7239	0,9068	0,6975	0,7189	0,8871	0,9783	0,8595	0,0000
8	0,6507	0,6918	0,4515	0,4166	0,4851	0,4715	0,5341	0,0000
9	1,0000	0,3970	0,2055	0,0966	0,0980	0,0620	0,0581	0,0000
10	0,8396	0,3791	0,2076	0,0936	0,1076	0,0627	0,0624	0,0000
11	0,9029	0,3196	0,1880	0,0780	0,0999	0,0397	0,0391	0,0000
12	0,7354	0,1717	0,1154	0,0356	0,0398	0,0139	0,0118	0,0000

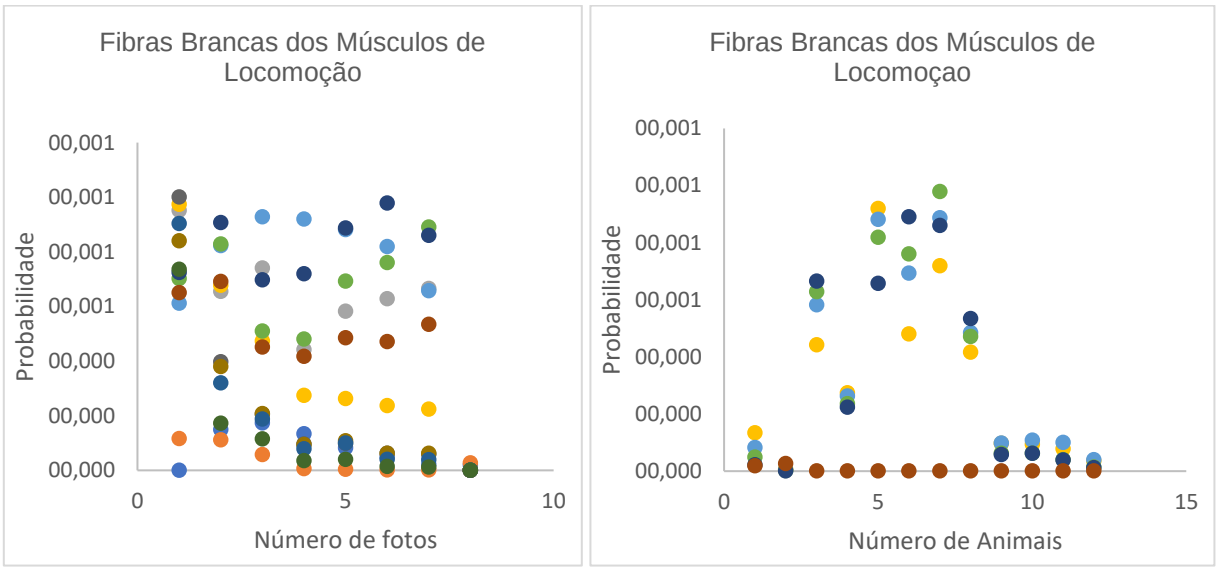
Começando o agrupamento por pares de músculo (Tabela 5) foram apresentados os resultados do teste de probabilidade de cada tipo de fibra muscular para os músculos de locomoção: Paleta e Lagarto. Os músculos de locomoção apresentam mais fibras brancas em sua composição total do que vermelhas e intermediárias, por isso a significância do teste é mais definida nesse tipo de fibra no que nas demais (Gráficos 13 A e B, 14 – A e B e 15 A e B).



Gráficos 13 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de locomoção – cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



Gráficos 14 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de locomoção - cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

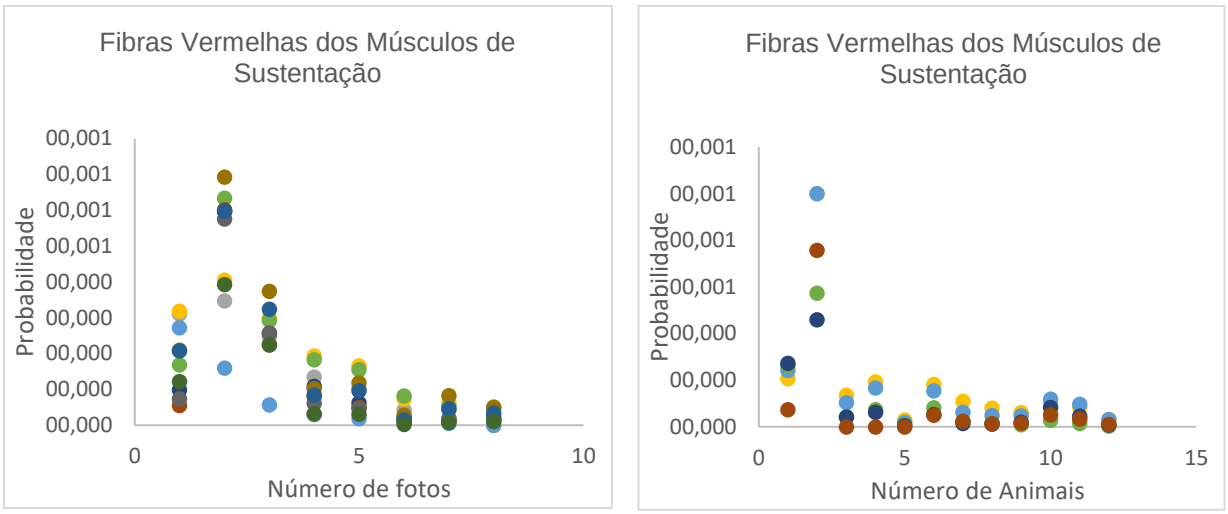


Gráficos 15 – *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de locomoção - cortes da Paleta e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

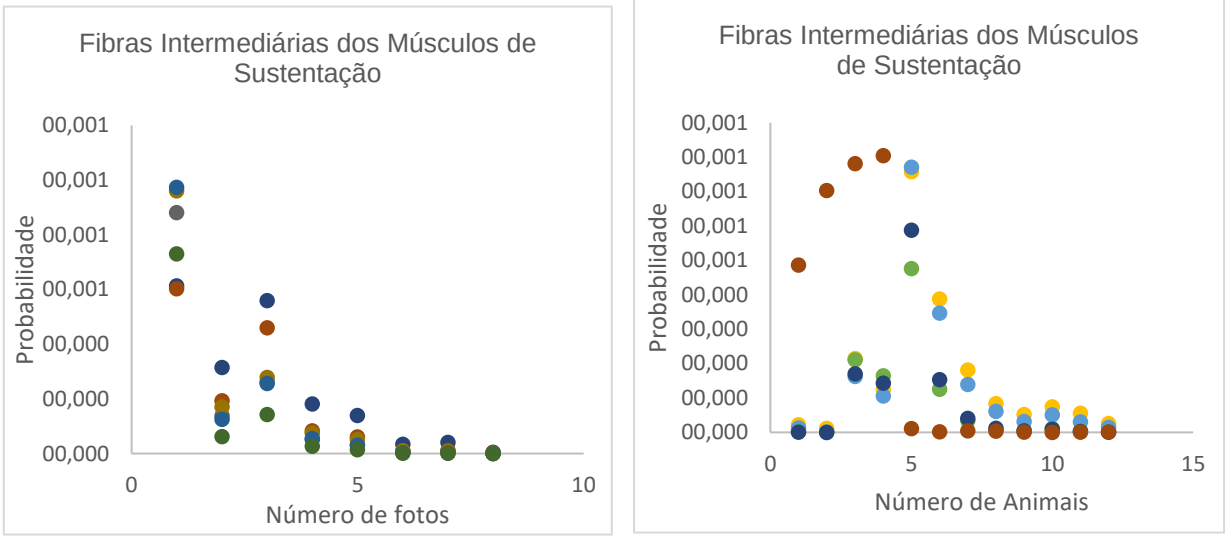
A mesma análise com o par de músculos de sustentação, Contrafilé e Ponta de Peito, foi realizada (Tabela 6) (Gráficos 16 - A e B, 17 – A e B e 18 - A e B).

Tabela 6. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação, Contrafilé e Ponta de Peito, de fêmeas bovinas.

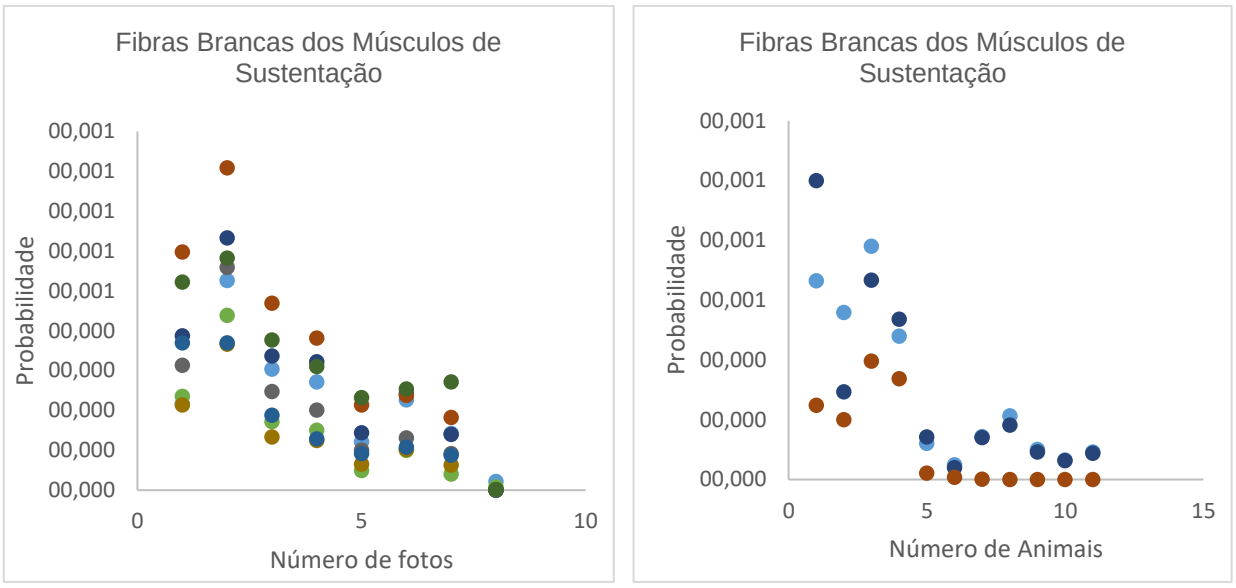
Fibras Oxidativas - Vermelhas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,2070	0,2429	0,2618	0,2731	0,0734
2	0,8109	0,8011	0,6280	1,0000	1,0000	0,5739	0,4595	0,7576
3	0,3105	0,3469	0,2485	0,1349	0,1039	0,0427	0,0424	0,0000
4	0,3184	0,4051	0,3007	0,1936	0,1662	0,0737	0,0622	0,0000
5	0,2720	0,1596	0,0569	0,0298	0,0189	0,0096	0,0052	0,0000
6	0,1688	0,6341	0,2930	0,1827	0,1550	0,0818	0,0531	0,0500
7	0,0994	0,5977	0,2571	0,1091	0,0624	0,0217	0,0140	0,0242
8	0,0556	0,6017	0,2260	0,0799	0,0494	0,0174	0,0113	0,0138
9	0,0735	0,5755	0,2574	0,0613	0,0471	0,0087	0,0195	0,0163
10	0,2100	0,6929	0,3739	0,1027	0,1186	0,0284	0,0827	0,0511
11	0,2080	0,5974	0,3242	0,0844	0,0962	0,0149	0,0458	0,0342
12	0,1219	0,3932	0,2239	0,0319	0,0308	0,0029	0,0075	0,0103
Fibras Intermediárias								
1	1,0000	0,0238	0,0455	0,0219	0,0126	0,0019	0,0005	0,4864
2	0,4780	0,1683	0,0296	0,0120	0,0018	0,0002	0,0000	0,7029
3	0,2756	0,5802	0,1573	0,2148	0,1621	0,2106	0,1695	0,7806
4	0,1434	0,4611	0,0709	0,1240	0,1054	0,1641	0,1427	0,8037
5	0,3412	0,8831	0,7383	0,7579	0,7710	0,4759	0,5878	0,0113
6	0,2779	0,5010	0,7417	0,3872	0,3461	0,1248	0,1530	0,0013
7	0,6135	0,3145	0,5591	0,1809	0,1395	0,0338	0,0403	0,0041
8	0,6030	0,1931	0,4602	0,0830	0,0606	0,0092	0,0114	0,0032
9	0,8807	0,1377	0,2612	0,0518	0,0317	0,0050	0,0043	0,0005
10	0,9599	0,1712	0,2779	0,0746	0,0509	0,0106	0,0086	0,0002
11	0,9732	0,1256	0,2561	0,0552	0,0308	0,0039	0,0027	0,0003
12	0,7295	0,0623	0,1427	0,0262	0,0141	0,0014	0,0008	0,0002
Fibras Glicolíticas - Brancas								
1	1,0000	0,6618	0,5804	0,4156	0,6650	0,7076	1,0000	0,2489
2	0,8441	0,9696	0,5738	0,9486	0,5590	0,3592	0,2939	0,2003
3	0,5335	0,5871	0,3358	0,4368	0,7804	0,4518	0,6673	0,3970
4	0,4323	0,9366	0,8411	0,9792	0,4805	0,9033	0,5371	0,3375
5	0,2169	0,5264	0,3044	0,2718	0,1217	0,2269	0,1428	0,0220
6	0,2362	0,4387	0,1728	0,1510	0,0499	0,1001	0,0404	0,0082
7	0,3880	0,6335	0,3367	0,3228	0,1443	0,2430	0,1406	0,0012
8	0,5978	0,8089	0,4692	0,3817	0,2138	0,2381	0,1827	0,0006
9	0,3137	0,5597	0,2481	0,2016	0,1010	0,1315	0,0924	0,0003
10	0,2145	0,3664	0,1337	0,1252	0,0652	0,1022	0,0631	0,0001
11	0,3696	0,3696	0,1885	0,1293	0,0923	0,1082	0,0882	0,0006
12	0,5226	0,5825	0,3772	0,3105	0,2325	0,2541	0,2722	0,0019



Gráficos 16 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



Gráficos 17 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



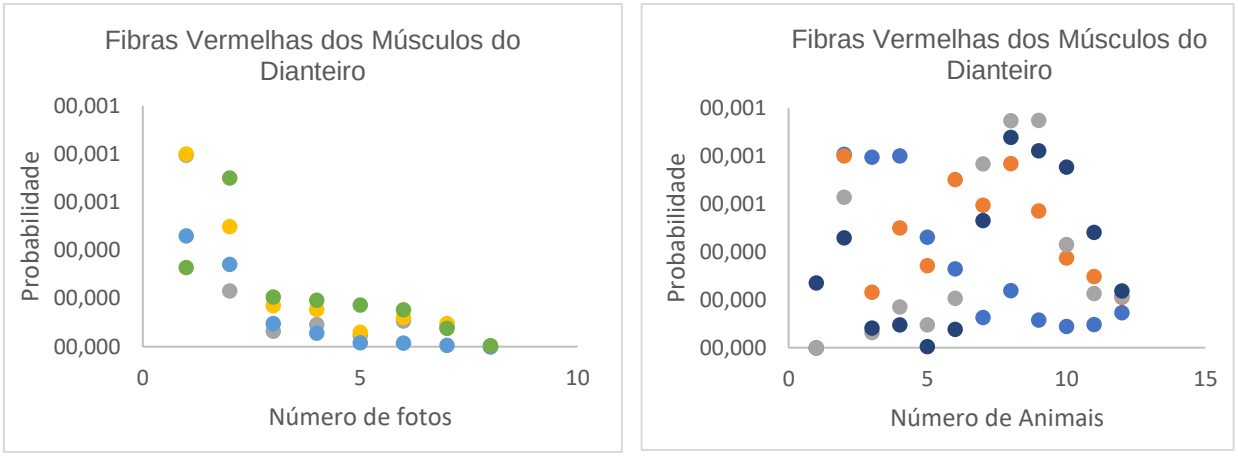
Gráficos 18 – *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de sustentação - cortes do Contrafilé e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

Nota-se com os resultados acima que, neste caso, por a base de dados ser de músculos de sustentação, os quais devido à funcionalidade apresentam maior número de fibras vermelhas e intermediárias, a significância das amostras se estabelece com mais facilidade em relação às fibras brancas.

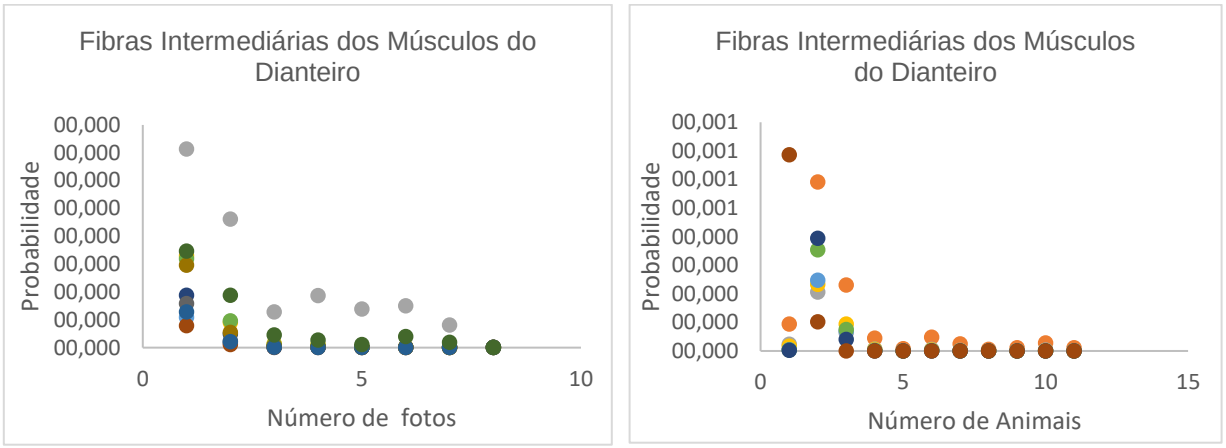
O mesmo estudo foi realizado para os pares de músculos do quarto dianteiro, como os cortes da paleta e ponta de peito, e do traseiro, com os cortes do contrafilé e lagarto. O objetivo era avaliar se mesmo misturando um músculo de sustentação com um de locomoção, os quais as diferenças das características e composição das fibras já são conhecidas devido à funcionalidade muscular, haveria alguma diferença entre os quartos devido à aptidão dos animais (corte), em que o traseiro é mais valorizado por ter massa muscular mais desenvolvida, como o desejável para a produção. Sendo assim, a seguir foram apresentados os resultados obtidos para os músculos do dianteiro (Tabela 7) (Gráficos 19 a 21 – A e B) e os referentes aos músculos do traseiro (Tabela 8) (Gráficos 22 a 24 – A e B).

Tabela 7. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção do quarto dianteiro, Ponta de Peito e Paleta, de fêmeas bovinas.

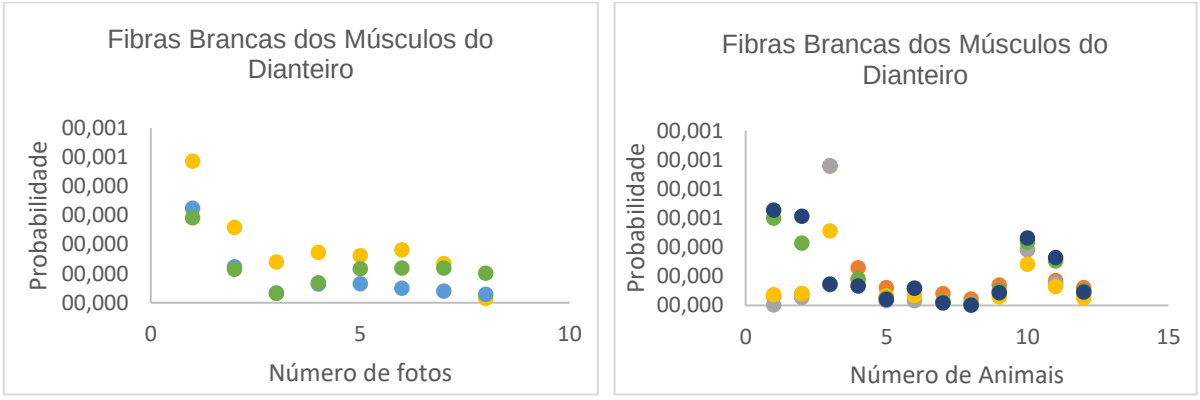
Fibras Oxidativas - Vermelhas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,2070	0,2415	0,2596	0,2707	0,0734
2	0,8075	0,8005	0,6279	1,0000	1,0000	0,5734	0,4589	0,7576
3	0,7953	0,2314	0,0640	0,0927	0,0470	0,1068	0,0822	0,0023
4	0,8005	0,4994	0,1701	0,1550	0,0601	0,1222	0,0959	0,0009
5	0,4609	0,3419	0,0959	0,0569	0,0171	0,0148	0,0055	0,0000
6	0,3291	0,7012	0,2064	0,1929	0,1737	0,1531	0,0767	0,0051
7	0,1261	0,5942	0,7676	0,6756	0,5413	0,4825	0,5308	0,2087
8	0,2389	0,7686	0,9475	0,7838	0,6349	0,5975	0,8777	0,3912
9	0,1158	0,5710	0,9490	0,6691	0,5471	0,5185	0,8211	0,3508
10	0,0886	0,3742	0,4304	0,9243	1,0000	0,8760	0,7541	0,7663
11	0,0973	0,2972	0,2269	0,5581	0,6630	0,7941	0,4810	0,9893
12	0,1463	0,2098	0,2149	0,4036	0,4172	0,4902	0,2376	0,9392
Fibras Intermediária								
1	1,0000	0,0936	0,0230	0,0172	0,0046	0,0032	0,0019	0,6861
2	0,6555	0,5905	0,2053	0,2323	0,2478	0,3537	0,3936	0,1019
3	0,3566	0,2309	0,0640	0,0935	0,0691	0,0750	0,0404	0,0004
4	0,1645	0,0451	0,0070	0,0053	0,0016	0,0011	0,0002	0,0000
5	0,0541	0,0081	0,0006	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,1593	0,0481	0,0053	0,0035	0,0008	0,0009	0,0004	0,0000
7	0,0937	0,0242	0,0020	0,0012	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000
8	0,0392	0,0052	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0789	0,0116	0,0010	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,1480	0,0275	0,0032	0,0012	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000
11	0,0644	0,0105	0,0010	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000
12	0,1731	0,0938	0,0225	0,0132	0,0054	0,0199	0,0093	0,0002
Fibras Glicolíticas - Brancas								
1	1,0000	0,0665	0,0036	0,0746	0,3223	0,5990	0,6543	0,1392
2	0,3337	0,0810	0,0538	0,0816	0,1521	0,4290	0,6135	0,3388
3	0,9754	0,9573	0,9612	0,5116	0,3000	0,1434	0,1462	0,2477
4	0,4863	0,2589	0,1399	0,1737	0,1626	0,1816	0,1348	0,0151
5	0,3253	0,1239	0,0333	0,0648	0,0656	0,0502	0,0406	0,0295
6	0,2914	0,1155	0,0320	0,0687	0,1168	0,1196	0,1188	0,1020
7	0,2871	0,0811	0,0228	0,0282	0,0398	0,0271	0,0172	0,1396
8	0,3326	0,0448	0,0124	0,0088	0,0199	0,0077	0,0027	0,2470
9	0,6301	0,1407	0,0865	0,0596	0,1922	0,1022	0,0872	0,4371
10	0,9732	0,3833	0,3876	0,2830	0,6478	0,4359	0,4640	0,9813
11	0,5998	0,1714	0,1543	0,1296	0,3277	0,3050	0,3299	0,5449
12	0,5084	0,1231	0,0780	0,0506	0,1336	0,1010	0,0920	0,3895



Gráficos 19 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha nos músculos de sustentação e de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.



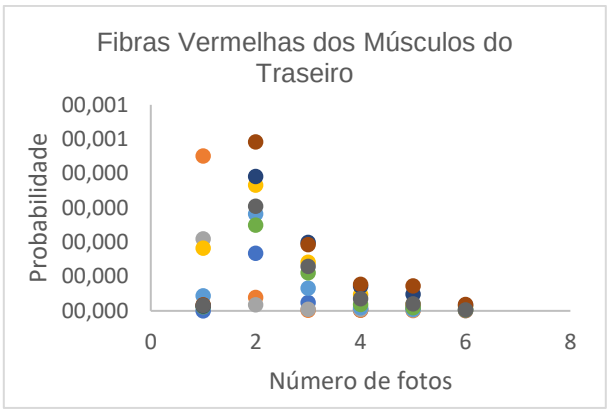
Gráficos 20 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária nos músculos de sustentação e de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

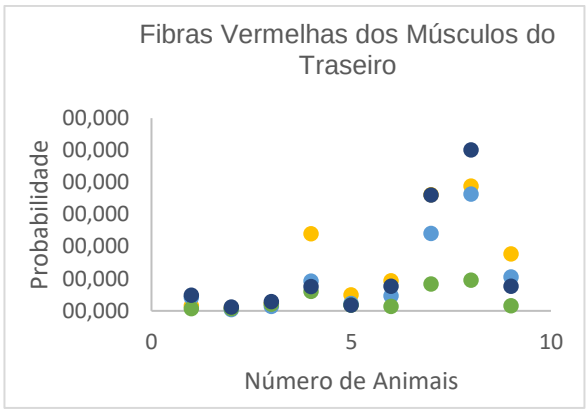


Gráficos 21 – *p valor* da análise de fibra muscular branca nos músculos de sustentação e de locomoção do quarto dianteiro - cortes da Paleta e Ponta de Peito - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

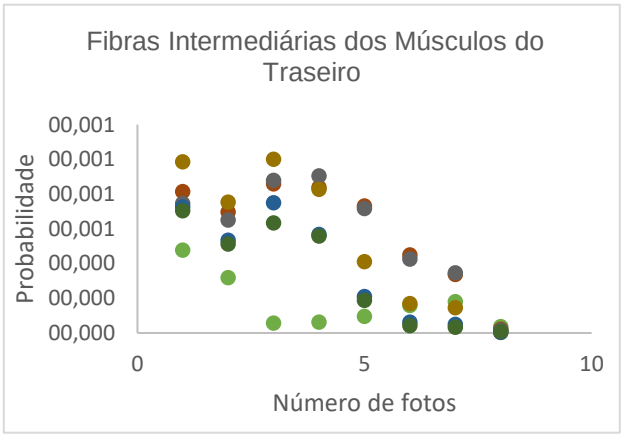
Tabela 8. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção do quarto traseiro, Contrafilé e Lagarto, de fêmeas bovinas.

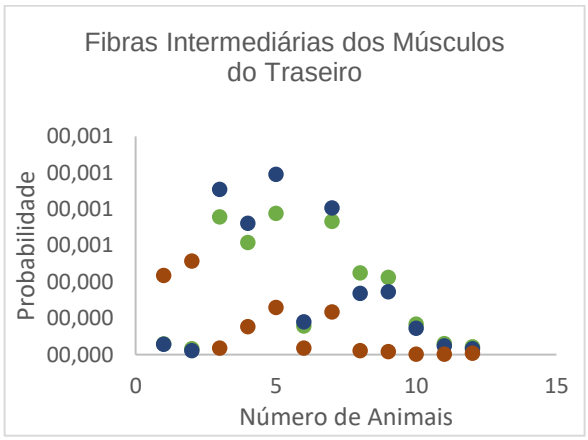
Fibras Oxidativas - Vermelhas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	0,1679	0,0242	0,0032	0,0084	0,0014	0,0097	0,0595
2	0,4512	0,0393	0,0025	0,0019	0,0010	0,0014	0,0025	0,0161
3	0,2099	0,0177	0,0052	0,0046	0,0028	0,0043	0,0058	0,0006
4	0,1825	0,3668	0,1416	0,0482	0,0185	0,0122	0,0152	0,4044
5	0,0442	0,2823	0,0668	0,0101	0,0047	0,0037	0,0037	0,1897
6	0,0127	0,2500	0,1114	0,0188	0,0095	0,0029	0,0153	0,4074
7	0,0147	0,3921	0,2000	0,0724	0,0483	0,0169	0,0722	0,7424
8	0,0180	0,4924	0,1935	0,0778	0,0728	0,0193	0,1004	0,6639
9	0,0163	0,3049	0,1302	0,0356	0,0211	0,0032	0,0154	0,5050
10	0,0527	0,6267	0,5922	0,2765	0,2029	0,0478	0,1774	0,4025
11	0,7037	0,8033	0,6061	0,7334	0,6670	0,3601	0,6167	0,0358
12	0,8507	0,7729	0,6551	0,7581	0,5969	0,3550	0,6545	0,0393
Fibras Intermediárias								
1	1,0000	0,8506	0,5784	0,2892	0,1120	0,0593	0,0573	0,4357
2	0,6229	0,5269	0,1386	0,1089	0,0613	0,0329	0,0223	0,5142
3	0,9132	1,0000	0,6018	0,5697	0,6439	0,7582	0,9084	0,0368
4	0,7495	0,8070	0,3823	0,3220	0,4168	0,6170	0,7226	0,1549
5	0,7946	0,8053	0,2860	0,3428	0,5015	0,7772	0,9917	0,2605
6	0,4766	0,3187	0,0569	0,0619	0,0961	0,1587	0,1802	0,0357
7	0,9698	0,9889	0,3349	0,2875	0,4877	0,7330	0,8078	0,2356
8	0,8135	0,6963	0,8579	0,8383	0,7310	0,4494	0,3372	0,0219
9	0,7462	0,6509	0,8782	0,9056	0,7175	0,4249	0,3460	0,0163
10	0,9862	0,7541	1,0000	0,8281	0,4114	0,1688	0,1454	0,0031
11	0,7258	0,5337	0,7499	0,5674	0,2094	0,0617	0,0491	0,0027
12	0,7041	0,5116	0,6344	0,5571	0,1883	0,0427	0,0331	0,0079
Fibras Glicolíticas - Brancas								
1	1,0000	0,1299	0,0197	0,0070	0,0011	0,0002	0,0002	0,1137
2	0,6286	0,1861	0,0581	0,0263	0,0073	0,0013	0,0003	0,4952
3	0,9791	0,4403	0,2070	0,1059	0,0704	0,0385	0,0156	0,0176
4	0,6619	0,2336	0,0773	0,0276	0,0113	0,0074	0,0032	0,1210
5	0,8560	0,3649	0,1125	0,0196	0,0093	0,0073	0,0054	0,3889
6	0,6992	0,8531	0,3303	0,0949	0,0841	0,1176	0,1122	0,4557
7	0,6039	0,9641	0,5346	0,2582	0,3396	0,4714	0,5382	0,7192
8	0,5691	0,9664	0,4768	0,1844	0,2104	0,2943	0,3650	0,8350
9	0,6519	0,7403	0,4434	0,1928	0,3539	0,4765	0,7082	0,2049
10	0,9317	0,2675	0,0854	0,0172	0,0281	0,0320	0,0422	0,7801
11	0,8366	0,1716	0,0350	0,0043	0,0059	0,0053	0,0056	0,6569
12	0,5281	0,0821	0,0069	0,0032	0,0028	0,0027	0,0020	0,8416



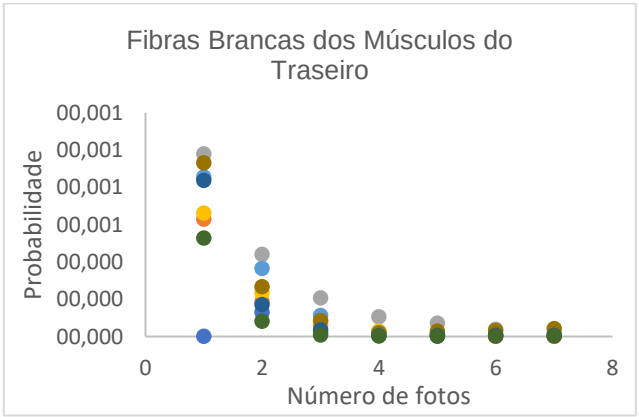


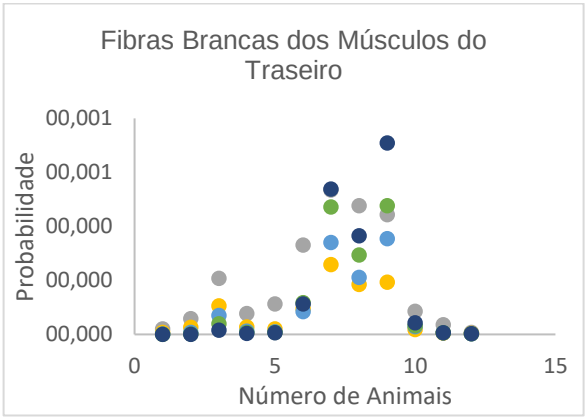
Gráficos 22 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 23 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 24 – *p valor* da análise de fibra muscular branca dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro - cortes do Contrafilé e Lagarto - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

Notou-se que nos músculos do dianteiro o valor de p significativo é melhor estabelecido nas fibras intermediárias, isso pode ser justificado pela quantidade desse tipo de fibra na composição muscular dos cortes da Paleta e Ponta de Peito (Tabela 7), que em relação às outras, essas ganham em proporção. Já para os músculos do traseiro, o inverso foi observado (Tabela 8). Um valor significativo de animais/ amostras foi mais facilmente obtido nas fibras vermelhas e nas fibras brancas, podendo ser justificado também pela própria composição de cada músculo que compôs esse grupo de análise, pois o Contrafilé possui maior quantidade de fibras oxidativas devido a sua funcionalidade e contração muscular necessária para postura e a Paleta, é um corte com grande quantidade de fibras brancas, não só por sua função de locomoção, mas também pelo tamanho do músculo.

Por fim, a última análise foi realizada com o agrupamento de todos os cortes, tendo em vista obter um número significativo ($p<0,05$) para a avaliação, que pudesse ser utilizado de forma geral, sem restrições quanto a quantidade de pontos amostrais, localidade e funcionalidade muscular (Tabela 9) (Gráficos 25 – A e B, 26 - A e B e 27 – A e B).

Tabela 9. Significância do *teste T* (p<0,05) para análise de fibra muscular com os músculos de sustentação e locomoção dos quartos dianteiro e traseiro: Ponta de Peito, Paleta, Contrafilé e Lagarto, de fêmeas bovinas.

Fibras Oxidativas - Vermelhas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,2070	0,2429	0,2618	0,2731	0,2807
2	0,8109	0,8011	0,6280	1,0000	1,0000	0,5739	0,4595	0,4653
3	0,3105	0,3469	0,2485	0,1349	0,1039	0,0427	0,0424	0,0231
4	0,4652	0,5548	0,5781	0,4182	0,4362	0,2569	0,3489	0,3789
5	0,2101	0,1763	0,1006	0,0667	0,0558	0,0364	0,0393	0,0262
6	0,2606	0,1792	0,1089	0,0753	0,0705	0,0463	0,0499	0,0455
7	0,5217	0,2139	0,1767	0,0715	0,0387	0,0236	0,0368	0,0409
8	0,2382	0,5319	0,3729	0,1889	0,1367	0,0893	0,1173	0,1850
9	0,1638	0,6472	0,6750	0,6029	0,6508	0,5515	0,7513	0,9767
10	0,0966	0,5840	0,5373	0,3117	0,3579	0,1841	0,2972	0,4346
11	0,0321	0,4720	0,3404	0,1247	0,1765	0,0874	0,1728	0,3243
12	0,0129	0,3715	0,2414	0,0706	0,1334	0,0581	0,1350	0,2536
13	0,0352	0,3771	0,3176	0,0749	0,0899	0,0393	0,1237	0,1877
14	0,0145	0,2710	0,3000	0,1050	0,1219	0,0393	0,1552	0,2279
15	0,0267	0,2965	0,2568	0,1026	0,1334	0,0415	0,1662	0,1821
16	0,0325	0,4730	0,3175	0,1261	0,2139	0,0792	0,1852	0,2068
17	0,0772	0,5633	0,4792	0,2260	0,3816	0,2028	0,4208	0,4256
18	0,0769	0,4910	0,4277	0,1925	0,3241	0,1319	0,2879	0,2893
19	0,0790	0,3992	0,2477	0,0913	0,1356	0,0526	0,1213	0,1238
20	0,0583	0,1805	0,1122	0,0379	0,0563	0,0135	0,0396	0,0376
21	0,0922	0,3646	0,3573	0,1820	0,2432	0,0818	0,2305	0,2133
22	0,0934	0,2975	0,3319	0,1409	0,1661	0,0475	0,1558	0,1397
23	0,6993	0,6237	0,8639	0,4131	0,4829	0,2441	0,4919	0,4527
24	0,7402	0,6025	0,7708	0,3928	0,4255	0,2268	0,4634	0,4574

Continua ...

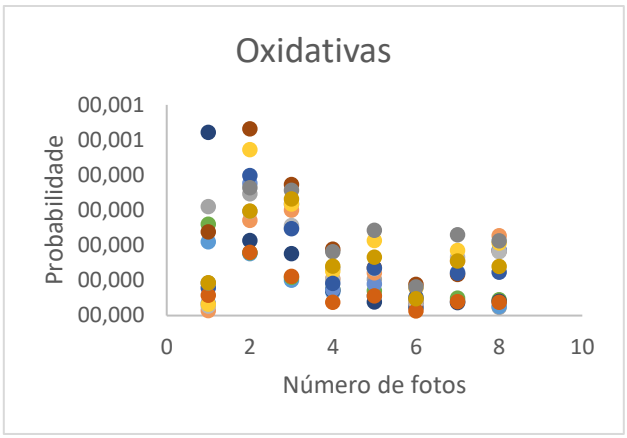
...continuação

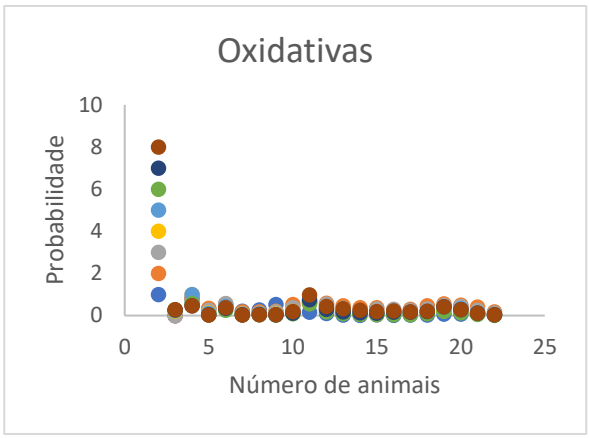
Fibras Intermediárias								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	0,0936	0,0230	0,0172	0,0046	0,0032	0,0019	0,6877
2	0,6555	0,5905	0,2053	0,2323	0,2478	0,3537	0,3936	0,0889
3	0,4511	0,6743	0,1384	0,1025	0,0632	0,0753	0,0894	0,0332
4	0,2360	0,2558	0,0459	0,0475	0,0202	0,0194	0,0096	0,0001
5	0,0822	0,0503	0,0041	0,0026	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000
6	0,0491	0,0152	0,0012	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,1344	0,0462	0,0036	0,0028	0,0010	0,0015	0,0005	0,0000
8	0,1873	0,0692	0,0057	0,0039	0,0021	0,0036	0,0015	0,0000
9	0,0748	0,0185	0,0007	0,0003	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000
10	0,0406	0,0052	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
11	0,0962	0,0143	0,0003	0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000
12	0,1247	0,0213	0,0004	0,0004	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
13	0,1076	0,0257	0,0005	0,0005	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000
14	0,0731	0,0183	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
15	0,2955	0,0887	0,0036	0,0043	0,0017	0,0037	0,0015	0,0000
16	0,1367	0,0300	0,0005	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0000
17	0,1878	0,0574	0,0026	0,0020	0,0017	0,0023	0,0010	0,0000
18	0,1517	0,0544	0,0023	0,0018	0,0018	0,0025	0,0010	0,0000
19	0,2026	0,0832	0,0052	0,0057	0,0065	0,0090	0,0048	0,0000
20	0,1227	0,0326	0,0026	0,0027	0,0047	0,0076	0,0056	0,0000
21	0,2089	0,0334	0,0064	0,0136	0,0195	0,0257	0,0176	0,0000
22	0,4066	0,1433	0,0457	0,0727	0,1107	0,1789	0,1630	0,0000
23	0,5151	0,1987	0,0868	0,1353	0,2148	0,3876	0,3636	0,0000
24	0,5898	0,2248	0,0911	0,1323	0,2001	0,3653	0,3239	0,0000

Continua...

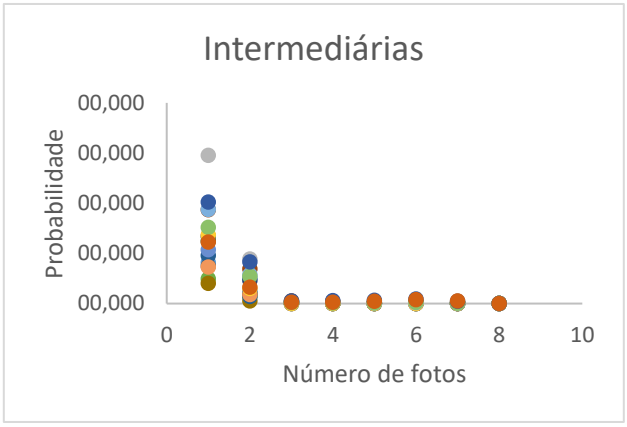
... continuação

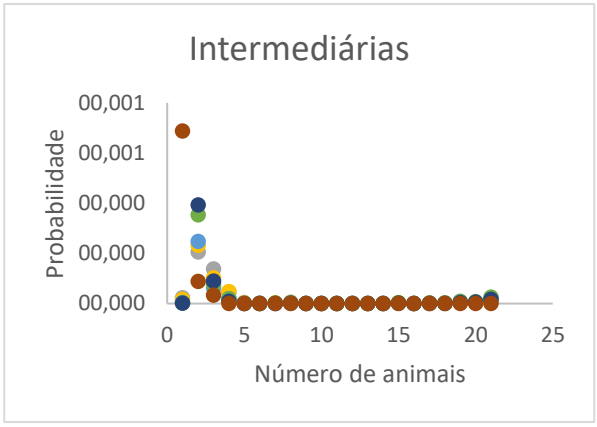
Fibras brancas								
	Nº de Fotos							
Nº Animais	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0000	0,0665	0,0036	0,0746	0,3223	0,5990	0,6543	0,4399
2	0,3337	0,0810	0,0538	0,0816	0,1521	0,4290	0,6135	0,4494
3	0,9511	0,8674	0,9664	0,6865	0,4956	0,2283	0,1471	0,1163
4	0,5617	0,4187	0,2906	0,0790	0,0257	0,0063	0,0061	0,0067
5	0,9265	0,8703	0,8981	0,7201	0,5820	0,3955	0,4347	0,4813
6	0,4000	0,2448	0,1955	0,2680	0,2540	0,3038	0,2647	0,1874
7	0,7229	0,9137	0,9323	0,8126	0,6695	0,4830	0,3766	0,3802
8	0,7595	0,9807	1,0000	0,7914	0,6576	0,5264	0,4680	0,4377
9	0,5963	0,7286	0,5935	0,8563	1,0000	0,9701	0,8654	0,8759
10	0,3927	0,3940	0,3621	0,6882	0,8467	0,7518	0,7764	0,6586
11	0,3594	0,3011	0,2693	0,6492	0,8091	0,7454	0,7265	0,6122
12	0,2894	0,2795	0,1910	0,4964	0,5465	0,4762	0,3622	0,2911
13	0,1636	0,2326	0,1492	0,4393	0,4598	0,4523	0,3487	0,2524
14	0,1351	0,2433	0,1961	0,4620	0,3968	0,3791	0,2678	0,1939
15	0,1312	0,3191	0,3215	0,6866	0,6156	0,6171	0,4107	0,3005
16	0,2592	0,3356	0,2855	0,6825	0,5523	0,5321	0,3874	0,2340
17	0,4212	0,6370	0,5365	0,9493	0,9950	0,9333	0,7706	0,5815
18	0,4643	0,6362	0,4322	0,8629	0,7023	0,5832	0,3604	0,2048
19	0,4327	0,7636	0,6010	0,8916	0,9904	0,9285	0,6905	0,4742
20	0,2842	0,4735	0,3972	0,8527	0,7529	0,6389	0,4577	0,3271
21	0,6129	0,9076	0,9096	0,3829	0,4100	0,4624	0,5995	0,6008
22	0,5643	0,9475	0,9550	0,3662	0,3896	0,4877	0,6586	0,5996
23	0,4742	0,9611	0,9061	0,3084	0,2889	0,3606	0,4948	0,4335
24	0,6677	0,9324	0,6597	0,1513	0,1355	0,1634	0,1969	0,1838



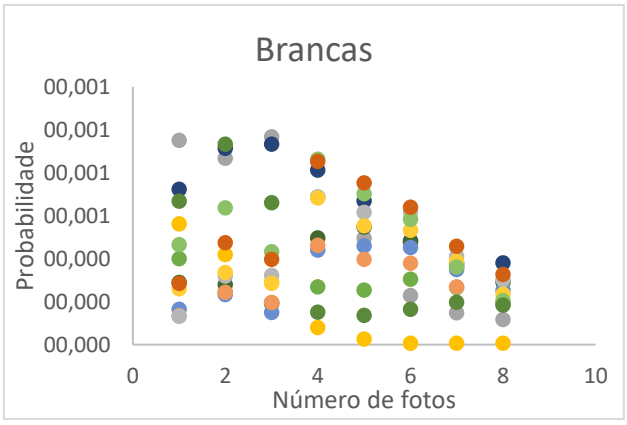


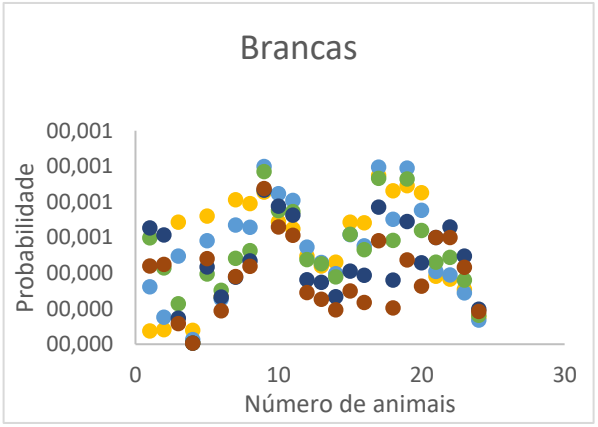
Gráficos 25 – *p valor* da análise de fibra muscular vermelha dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 26 – *p valor* da análise de fibra muscular intermediária dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.





Gráficos 27 – *p valor* da análise de fibra muscular branca dos músculos de sustentação e de locomoção do quarto traseiro e dianteiro - cortes Contrafilé, Lagarto, Ponta de Peito e Paleta - com base no número de fotos por amostra **(A)** e com número de animais por avaliação **(B)**.

Devido a heterogeneidade da composição muscular, quando agrupados todos os variados cortes, um valor *p* significativo se torna mais difícil de ser estabelecido. Nesse contexto, poderia ser definido com mais certeza para as fibras intermediárias, o que se justifica pela própria composição das fibras, pois como as fibras vermelhas e brancas variam bastante devido a funcionalidade (locomoção x sustentação), as fibras intermediárias são presentes, em grande proporção, em todos os músculos, sendo um tipo de fibra bastante representativo na composição da massa muscular em geral.

Como apresentado, avaliou-se separadamente cada um dos 4 músculos do estudo, e a partir de então, pode-se concluir que, com base nos dados obtidos, o corte do contrafilé obteve maior homogeneidade com as fibras vermelhas, que são fundamentais para a contração de sustentação da postura do animal. Porém como as fibras intermediárias e brancas não são tão homogêneas nesse músculo, identificar com exatidão um número específico de amostras capaz de avaliar, significativamente, os três tipos de fibra muscular, se torna quase impossível. Por essa razão, sugere-se que as análises sejam feitas com pelo menos 5 animais (amostras) e uma média de 7 fotos por lâmina analisada. O corte do lagarto foi o contrário, apresentou maior homogeneidade com as fibras intermediárias e brancas, que poderiam ser consideradas como significativa uma análise feita com 3 animais e 5 fotos por lâmina. No entanto, considerando o geral, pode-se perceber que também se fez necessário pelo menos 5 animais com leitura de 7 fotos por lâmina. Nota-se uma maior probabilidade de significância. Com o corte da região da paleta, se fosse considerado as fibras brancas que foi o tipo mais homogêneo na análise, poder-se-ia considerar uma quantidade significativa de 4 animais e 3 fotos por lâmina; porém, considerando as demais fibras, a amostragem se torna significativa, com a mesma quantidade de amostras, mas com leitura de 7 fotos por lâmina. Por fim, com o a ponta de peito, também pode-se considerar 5 animais e 7 fotos por lâminas. As fibras intermediárias foram as mais homogêneas, proporcionando significância para uma análise com 3 animais (amostras) e fotos por lâmina histológica.

Quando considerado o agrupamento de músculos de acordo com sua função ou região anatômica, observou-se que para os músculos de locomoção, como esperado

devido a sua funcionalidade, o tipo de fibra mais homogêneo foi a branca, sendo a vermelha a mais heterogênea, o que resultou na significância da análise identificada a partir de 11 animais (amostras) com leitura de 7 fotos por lâmina. Para os músculos de sustentação, o contrário foi observado, também como esperado devido a funcionalidade muscular, estabelecendo uma significância mais certeira a partir das fibras vermelhas e intermediárias. Contudo, considerando todos os três tipos de fibras, pode-se notar que com 5 animais e 8 fotos, já é possível obter uma análise válida significativamente. Já para as regiões anatômicas, observou- se que para os músculos do dianteiro, o tipo de fibra mais homogêneo para análise foi a intermediária e para o traseiro, as fibras vermelhas e brancas, o que pode ser justificado pela quantidade de fibra vermelha no corte do contrafilé e pela quantidade e tamanho das fibras brancas no corte do lagarto. Sendo assim, tanto para uma região quanto para a outra, pode-se estabelecer como uma quantidade confiável significativamente uma análise a partir de 3 animais e leitura de 8 fotos por lâmina.

Por fim, quando considerados todos os 4 cortes juntos, independente da sua região ou funcionalidade, mas objetivando identificar uma quantidade mínima que pudesse ser realmente significativa, válida e representativa para todo e qualquer tipo de amostragem, observou-se que as fibras vermelhas, por ser a que apresenta em menor quantidade nos músculos, é o tipo mais difícil de estabelecer uma quantidade significativa para análise; já as fibras intermediárias, por ser a mais representativa no geral, uma análise só para identificação e classificação delas, poderia ser considerada com 5 animais e 3 fotos por lâmina. Considerando todos esses entraves e particularidades de cada tipo de fibra para cada tipo de músculo, notou-se uma representatividade ($p<0,05$) a partir de 5 animais e leitura de 6 fotos por lâmina histológica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer do estudo, ficou evidente como a variedade das fibras dentre os músculos - de acordo com a região anatômica, função muscular e metabolismo, dificulta a padronização da análise devido a sua heterogeneidade. Contudo, pode-se observar que, de forma geral, a partir da leitura de 6 fotos por lâmina a análise se torna bem mais representativa e com maior significância, gerando maior confiança dos resultados obtidos e então, publicados. Sendo assim, a partir do banco de dados aqui avaliado, sugere-se como minimamente representativa a análise com 5 animais (amostras) e leitura de 6 fotos por lâmina histológica, devendo esta ser analisada em sua totalidade e não parcialmente de modo aleatório. Contudo, mais estudos são necessários nesse propósito para poder confirmar e sustentar os resultados aqui obtidos e assim, realmente poder estabelecer assertiva e seguramente uma quantidade mínima de imagens necessárias para validar e representar fielmente uma análise de fibra muscular, seja para estudo de classificação ou de composição muscular.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIGONI, M. B.; JÚNIOR, A. A.; AMORIM DIAS, P. M.; MARTINS, C. L.; CERVIERI, R. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.10, p. 1033-1039, 2004.

ASHMORE. C.R.; DOERR. L. Postnatal development of fiber types in normal and dystrophic chick muscle. **Experimental Neuralogy**, v.30, p.431, 1971.

ASTRUC, T. Muscle Fiber Types and Meat Quality – Revision. **Encyclopedia of Meat Sciences**, v. 2, p. 442-448, 2014.

BAKER, D.M.; SANTER, R.M. Development of a quantitative histochemical method for determination of succinate dehydrogenase activity in autonomic neurons and its application to the study of aging in the autonomic nervous system. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.38, p. 525–531,1990.

BEE, G. Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 826−836, 2004.

BROOKE, M. H.; KAISER, K. K. Muscle fiber types — How many and what kind. **Archives of Neurology**, v.23, p.369−379, 1970.

CALKINS, C. R.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CAROENTER, Z. L.; DAVIS, G.W. Relationship of Fiber Type Composition to Marbling and Tenderness of Bovine Muscle. **Journal of Food Science**, v. 46, p. 708 – 710, 1981.

CERISUELO, A.; SALA, R.; NURNBERG, G.; BAUCELLS, M.; REHFELDT, C. How many muscle samples are required to obtain reliable estimations of muscle fibre characteristics from pig longissimus muscle? **Meat Scienc**e, v.76, p. 583−587, 2007.

CHOI, Y. M.; OH, H. K. Carcass Performance, Muscle Fiber, Meat Quality, and Sensory Quality Characteristics of Crossbred Pigs with Different Live Weights. Journal of Food Science Animal, v. 36, n.3, p. 389-396, 2016.

CROUSE, J. D.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMANN, S. D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. **Meat Science**, v.30, p. 295–302, 1991.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M.H. **Muscle biopsy: a modern approach**, London: Saunders, 1973. 220 p.

DWYER, C. M.; STICKLAND, N. C.; FLETCHER, J. M. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **Journal of Animal Science**, v.72, p. 911–917, 1994.

ENNION, S.; SANT' ANA PEREIRA, J.; SARGEANT, A. J.; YOUNG, A.; GOLDSPINK, G. Characterization of human skeletal muscle fibres according to the myosin heavy chains they express. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v.16, p. 35−43, 1995.

FIEDLER, I.; KU¨CHENMEISTER, U.; ENDER, K.; HAIDER, W.; ERNST, K.; PUPPE, B. Reaktion der Muskulatur auf eine stimulierende Haltung- Befunde am Kotelettmuskel (M. *longissimus*) von Landrasse-Schweinen. **Deutsche tiera¨ rztliche Wochenschrift**, v.112, p. 361–400, 2005.

FIEDLER, I.; ENDER, K.; WICKE, M.; LENGERKEN, G.V. Region-dependent variations of fibre type composition and fibre size in longissimus muscle of pig. In **Proceedings** of the 44th international congress of meat science and technology, v 2, p. 756–757, 30 August–4 September, Barcelona, Spain.1998.

FIEDLER, I.; REHFELDT, C.; DIETL, G.; ENDER, K. 1997. Phenotypic and genetic parameters of muscle fiber number and size. **Journal of Animal Science**, v.75, suppl. 1:165 Abstr, 1997.

GAUTHIER, G. F. On the relationship of ultrastructural and cytochemical features to color in mammalian skeletal muscle. Z**. Zellforsch. Mikrosk. Anatomy**, v.95, p. 462-482, 1969.

GUTH, L.; SAMAHA, F. J. Procedure for histochemical demonstration of actinomyiosin ATPase. **Experimental Neurology**, v.28, n.2, p. 365-367, 1970.

GENTRY, J. G.; MCGLONE, J. J.; MILLER, M. F.; BLANTON, J. R. JR. Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 209–217, 2004.

GONDIM, F. Bioquímica muscular, maciez da carne e melhoramento das raças zebuínas. **Revista de Política Agrícola**, ano XXII, n.4, 2013.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B.; PICHODO, X.; LE COZLER, Y. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, v.93, p. 137–146, 2005.

GREENWOOD, P. L.; HUNT, A. S.; HERMANSON, J. W.; BELL, A. W. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. **Journal of Animal Science**, v.78, p. 50–61, 2000.

HERRING, H. K.; CASSENS, R. G.; BRISKEY, E. J. Further Studies on Bovine Muscle Tenderness as Influenced by Carcass Position, Sarcomere Length, and Fiber Diameter. In: Bovine Muscle Tenderness, Department of Meat and Animal Science, University of Wisconsin, **manuscript n. 414**, 6 pgs, 1965.

HUGHES, J.; CLARKE, F.; LI, T.; PURSLOW, P.; WARNER, R. Differences in light scattering between pale and dark beef longissimus thoracis muscles are primarily caused by differences in the myofilament lattice, myofibril and muscle fibre transverse spacings. **Meat Science**, Mesc (2018), https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.006.

HUNT, M. C.; HEDRICK. H. B. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. **Journal of Food Science**, v.42, n.2, p.13–517, 1977.

KLONT, R. E.; BROCKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, v.49, p.219–229, 1998.

LEE, B.; CHOI, Y. M. Correlation of Marbling Characteristics with Meat Quality and Histochemical Characteristics in Longissimus Thoracis Muscle from Hanwoo Steers. **Food Science of Animal Resources**, v.39, n.1, 2019.

LEE, Y.; LEE, B.; KIM, H. K.; YUN, Y. K.; KANG, S. J.; KIM, K. T.; KIM, B. D.; KIM, E. J.; CHOI, Y. M. Sensory quality characteristics with different beef quality grades and surface texture features assessed by dented area and firmness, and the relation to muscle fiber and bundle characteristics. **Meat Science**, v.145, p. 195-201, 2018.

LEE, S. H.; JOO, S. T.; RYU, Y. C. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality – Review. **Meat Science**, v. 86, p.166–170, 2010.

LATORRE, R.; GIL, F.; VAZQUEZ, J. M.; MORENO, F.; MASCARELLO, F.; RAMIREZ, G. Skeletal muscle fibre types in the dog. **Journal of Anatomy**, 182, 329–337, 1993.

LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; BARZIC, I. M.; MARION, J.; LE DIVIDICH, J. Early postnatal food intake alters myofiber maturation in pig skeletal muscle. **Journal of Nutrition**, 133, 140–147, 2003.

LEFAUCHEUR, L.; EDOM, F.; ECOLAN, P.; BUTLER-BROWNE, G. S. Pattern of muscle fiber type formation in the pig. **Developmental Dynamics**, v.203, p. 27–41, 1995.

LIND, A.; KERNELL, D. Myofibrillar ATPase histochemistry of rat skeletal muscle: a two-dimensional quantitative approach. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.39, p. 589–597, 1991.

GAGAOUA, M.; MONTEILS, V.; COUVREUR, S.; PICARD, B. Identification of Biomarkers Associated with the Rearing Practices, Carcass Characteristics, and Beef Quality: An Integrative Approach. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.65, p.8264-8278, 2017.

NISSEN, P. M.; DANIELSEN, V. O.; JORGENSEN, P. F.; OKSBJERG, N. Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. **Journal of Animal Science**, 81, 3018–3027, 2003.

OLGIVIE, R.W.; FEEBACK, D.L. A metachromatic dye-ATPase method for the simultaneous identification of skeletal muscle fiber types I, IIA, IIB, IIC. **Satín Technology**, v.65, p.231-241, 1990.

OKSBJERG, N.; GONDRET, F.; VESTERGAARD, M. Basic principles of muscle development and growth in meat-producing mammals as affected by the insulin-like growth factor (IGF) system. **Domestic Animal Endocrinology**, v.27, p. 219–240, 2004.

PEDERSEN, H. P.; OKSBJERG, N.; KARLSSON, A. H.; BUSK, H.; BENDIXEN, E.; HENCKEL, P. A within litter comparison of muscle fibre characteristics and growth of halothane carrier and halothane free crossbreed pigs. **Livestock Production Science**, v.73, p. 15–24, 2001.

PICARD, B.; LEFAUCHEUR, L.; BERRI, C.; DUCLOS, M. J. Muscle fibre ontogenesis in farm animal species. **Reproduction Nutrition Development**, v.42, p. 415–431, 2002.

RAHELIC, S.; PUAC, S. Fibre types in longissimus dorsi from wild and highly selected pig breeds. **Meat Science**, v.5, p. 439–450, 1981.

REHFELDT, C.; TUCHSCHERER, A.; HARTUNG, M.; KUHN, G. A second look at the influence of birth weight on carcass and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.78, p. 170−175, 2008.

REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; STICKLAND, N. C. Number and size of muscle fibres in relation to meat production. In M. F. W. te Pes, M. E. Everts, & H. P. Haagsman (Eds.), **Muscle development of livestock animals**, p. 1–38, 2004.

SEIDEMAN, S. C; CROUSE, J. D. Muscle fiber studies comparing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat Science,** v.17, p. 55-72**,** 1985.

SZENTKUTI, L.; EGGERS, A. Eine zuverla¨ssige Modifikation der Myosin-ATPase-Reaktion zur histochemischen Darstellung von drei Fasertypen in der Skelettmuskulatur von Schweinen. **Fleischwirtschaft**, v.65, p.1398–1404, 1985.

SCHIAFFINO, S.; REGGIANI, C. Fiber types in mammalian skeletal Muscles. **Physiology Journal**, v.91, p. 1447-1531, 2011.

SMERDU, V.; KARSCH-MIZRACHI, I.; CAMPIONE, M.; LEINWAND, L.; SCHIAFFINO, S. Type IIx myosin heavy chain transcripts are expressed in type IIb fibers of human skeletal muscle. **The American Journal of Physiology**, v.267, p. 1723−1728, 1994.

TROYER, H. In: ***Principles and techniques of histochemistry****.* Little, Brown and Co., Boston, p. 299-300, 1980.

XIE, X.; MENG, Q.; CUI, Z.; REN, L. Effect of Cattle Breed on Meat Quality, Muscle Fiber Characteristics, Lipid Oxidation and Fatty Acids in China. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.25, n.6, p. 824 – 831, 2012.

WEGNER, J.; ALBRECHT, E.; FIEDLER, I.; TEUSCHER, F.; PAPSTEIN, H. J.; ENDER, K. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science,** v.78, p.1485-1496, 2000.

WHITE, P.; CATTANEO, D.; DAUNCEY, M. J. Postnatal regulation of myosin heavy chain isoform expression and metabolic enzyme activity by nutrition. **British Journal of Nutrition**, v.84, p. 185–194, 2000.

WRIGHT, S. A.; RAMOS, P. R..; JOHNSON, D. D.; SCHEFFLER, J. M.; ELZO, M. A.; MATEESCU, R. G.; BASS, A. L.; CARR, C. C.; SCHEFFLER, T. L. Brahman genetics influence muscle fiber properties, protein degradation, and tenderness in an Angus-Brahman multibreed herd. **Meat Science**, v.135, p.84-93, 2017.