

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

PATRÍCIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS OBTIDAS POR ULTRASSOM E
A ASSOCIAÇÃO DO USO DE MARCADOR MOLECULAR PARA O
MARMOREIO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**FLORIANÓPOLIS - SC
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

PATRÍCIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS OBTIDAS POR ULTRASSOM E
A ASSOCIAÇÃO DO USO DE MARCADOR MOLECULAR PARA O
MARMOREIO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência para obtenção do Diploma de
Graduação em Zootecnia da Universidade Federal
de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Sergio Augusto Ferreira de
Quadros.

**FLORIANÓPOLIS - SC
2017**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Antônio Pereira de Oliveira e Juceli Maria Simões Pereira por todo carinho e amor proporcionado ao longo desta caminhada, tendo estes sido meu porto seguro apesar da distância durante os anos de graduação. Obrigada! Obrigada por nunca deixarem de acreditar em mim, obrigada pelos nãoos que ouvi, obrigada pelos exemplos, dedicação e todo esforço direcionado para minha criação.

Ao meu irmão Adriano Pereira de Oliveira por ser meu grande confidente e braço direito, obrigada por me ouvir nos momentos que eu achava não suportar mais, obrigada pelos conselhos e palavras de apoio!

Aos meus tios Jucemar Salvador Simões e Maria Aparecida Ayres com quem pude conviver durante os anos de graduação. Obrigada pela oportunidade concedida em estudar fora. Obrigada por todo exemplo de dedicação, esforço e competência de ambos. Obrigada por toda preocupação, dedicação e carinho durante este período de convivência.

Aos meus amigos Augusto Pianezzola Dahmer, Djonatan Machado, Maiara Rodrigues, Maria Eugênia Gaya Maçaneiro, Matheus Felipe Kilpp Campestrini, Maurício Souza, Renan Bacan, Sabrina Amorim, Tatiane Schimidt Costa e todos os demais colegas que tornaram estes anos de graduação ainda mais agradáveis, dividindo alegrias, tristezas, apreensões e momentos únicos de diversão e descontração.

Aos professores que tive a oportunidade de conhecer ao longo desta jornada, em especial aos professores, Alexandre Lenzi, André Luis Ferreira Lima, Marcio Cinachi Pereira, Renato Irgang, Sérgio Augusto Ferreira de Quadros, Sandra Regina Teixeira Carvalho, por despertarem o interesse e aguçarem minha vontade de aprender e explanar meu conhecimento em busca de meus anseios, e especialmente ao professor Fabiano Dahlke, que me proporcionou além de grande conhecimento a frente do laboratório de avicultura, uma grande amizade com quem pude contar durante toda graduação. Meu muito obrigado a estes mestres que carregarei para sempre em meus pensamentos, com tamanha admiração e afeto.

Ao pecuarista Rodrigo Ricci, que permitiu a realização do tcc em sua propriedade, fornecendo dados e auxiliando na coleta dos mesmos em sua propriedade na cidade de Anaurilândia MS. Aproveito para agradecer toda a equipe de laboratório de genética LEPGA, em especial aos colegas Aline, Sabrina, Renan e Milena que me auxiliaram no desenvolvimento do presente trabalho.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Oliveira, Patrícia
AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS OBTIDAS POR
ULTRASSOM E A ASSOCIAÇÃO DO USO DE MARCADOR
MOLECULAR PARA O MARMOREIO EM BOVINOS DA RAÇA
NELORE / Patrícia Oliveira ; orientador, Sergio
Augusto Ferreira de Quadros, 2017.
36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agrárias, Graduação em Zootecnia,
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Marcador molecular;
Ultrassonografia; Qualidade da carne; Nelore.. I.
Augusto Ferreira de Quadros, Sergio . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Zootecnia. III. Título.

Patrícia Pereira de Oliveira

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS OBTIDAS POR
ULTRASSOM E A ASSOCIAÇÃO DO USO DE MARCADOR
MOLECULAR PARA O MARMOREIO EM BOVINOS DA RAÇA
NELORE**

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 21 de Novembro de 2017.

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a Sérgio Augusto Ferreira de Quadros

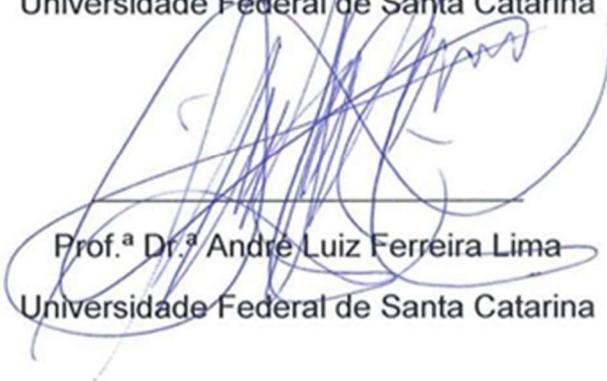
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a Márcio Cinachi

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a André Luiz Ferreira Lima

Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Locais de medida de ultrassom.....	20
Figura 2 – Exemplo de amostras de DNA extraído. Eletroforese em gel de agarose a 0,5%.....	25
Figura 3 - Imagem representativa do resultado das análises de PCR com os iniciadores TG, FWD e REV. Gel de agarose a 1%. A= marcador de peso molecular 1kb plus DNA Ladder (Invitrogen®)	26
Figura 4 - Imagem representativa do resultado das análises de RFLP com a endonuclease XmnI. Gel de agarose a 2,5%. A= marcador de peso molecular 1kb plus DNA Ladder (Invitrogen®)	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições da reação de PCR para amplificação do fragmento do gene do TG.....	23
Tabela 2 - Estatística descritiva das características avaliadas.....	28
Tabela 3 - Correlações de Pearson (superiores) e Valores de P (Inferiores) para as características avaliadas.....	29
Tabela 4 - Equações de Regressão para as características avaliadas.....	30

RESUMO

A bovinocultura de corte ocupa um importante lugar dentro do cenário econômico do país, possuindo um plantel com cerca de 214 milhões de cabeças, composto por aproximadamente 80% de animais de raça zebuína, das quais a raça Nelore destaca-se, possuindo grande representatividade. Além do aumento da produtividade o aumento da qualidade do rebanho bovino de corte tem sido amplamente perseguido, no intuito da obtenção de animais que atendam às exigências do mercado consumidor. O marmoreio, uma das principais características relacionadas à qualidade de carne bovina, têm levado ao desenvolvimento de inúmeras técnicas para sua predição, como por exemplo, a utilização da técnica de marcador molecular que marcam alelos de genes que podem possuir efeito negativo ou positivo para determinada característica e também o uso da ultrassonografia de carcaça, identificando quais raças e /ou linhagens apresentam maior tendência ao desenvolvimento da característica sem a necessidade do abate dos animais. A Tireoglobulina (TG) é um gene relacionado ao marmoreio na carcaça bovina. O presente trabalho tem por objetivo correlacionar características de qualidade de carne e procurar possível polimorfismo do gene TG com a característica de marmoreio em animais da raça Nelore contrastando os resultados com informações de ultrassonografia, com a finalidade de identificar características que podem auxiliar na seleção destes animais.

Palavras chave: *Bovino de corte, marmoreio; tireoglobulina, ultrassom de carcaça.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Bovinocultura Brasileira.....	13
3.2 Bovinocultura de Corte.....	13
3.3 Rebanho Nacional e Região Centro Oeste.....	14
3.4 A Raça Nelore.....	14
3.5 Qualidade da Carne.....	15
3.6 Área de Olho de Lombo – AOL.....	15
3.7 Espessura de Gordura Subcutânea – EGS.....	16
3.8 Relação AOL X EGS X RATIO.....	17
3.9 Melhoramento Genético e suas Tecnologias.....	17
3.10 Técnicas de Biologia Molecular.....	18
3.11 Tireoglobulina.....	19
3.12 Marmoreio.....	20
3.13 Ultrassonografia de carcaça.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Animais Avaliados.....	22
4.2 Coleta de Material para Extração de DNA.....	22
4.3 Coleta de Dados de Ultrassom.....	25
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
6. REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte possui um papel de extrema relevância dentro do cenário econômico do país. Estima-se que o plantel nacional esteja em torno de 209 milhões de cabeças. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil tem o maior rebanho comercial do mundo.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC), as raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), representam a maior parcela do rebanho comercial nacional, cerca de 80%, dentre as quais, a raça Nelore ganha profundo destaque, possuindo maior relevância dentro deste plantel. Os 20% restantes são representados pelas demais raças de origem europeia (*Bos taurus taurus*) criados no país.

A região Centro Oeste do Brasil abrange a maior parte do rebanho de bovinos comerciais de corte e o Estado do Mato Grosso do Sul possui um dos maiores rebanhos bovinos do país, devido, principalmente, às grandes áreas territoriais existentes nessa região. Os animais geralmente são criados a pasto e em alguns casos terminados em confinamento. A cidade de Anaurilândia, pertencente ao Estado do Mato Grosso do Sul, está localizada na região sul do Centro-Oeste pertencente a microrregião de Nova Andradina, próxima às divisas com os Estados de São Paulo e Paraná e possui uma forte vertente na área da bovinocultura de corte, especialmente com raças zebuínas, que são mais adaptadas ao microclima da região.

Devido a questões de adaptabilidade, no que diz respeito a resistência parasitária, rusticidade, tolerância ao calor e aproveitamento de pastagens de pior qualidade, as raças zebuínas acabam compondo a grande base da bovinocultura de corte nacional. No entanto, ao se tratar de qualidade da carne, as raças taurinas, acabam destacando-se pela maciez e presença de marmoreio em sua carcaça.

O conceito de qualidade da carne é bastante amplo e abrange vários tópicos, no entanto, o marmoreio tem sido, uma das características mais almejadas dentro dos parâmetros de qualidade da carne. A incorporação deste dentro dos padrões de carcaça zebuína vem sendo fortemente explorada, afim de alcançar um produto que além de mais rentável para o produtor, alcance as exigências do atual mercado consumidor.

Dentre as ferramentas tecnológicas disponíveis, a fim de auxiliar na caracterização e mensuração das qualidades presentes em uma carcaça, a ultrassonografia vem se consolidando como uma importante técnica, tanto pela sua viabilidade quanto pela sua eficiência, permitindo a determinação de importantes valores relacionados a carcaça de um animal sem a necessidade de abate.

Dentre outras tecnologias que podem ser utilizadas no âmbito de qualidade de carne, a rastreabilidade de genes responsáveis por determinadas características permite a incorporação das mesmas em programas de seleção. Uma das alternativas para aplicação desta técnica é o uso da extração e análise do DNA de determinados animais, fazendo-se uso da PCR (Reação em cadeia da polimerase), método em que se realiza uma amplificação de determinadas regiões, apontando as posições genômicas que correspondem à característica desejada, no caso marmoreio. Para tanto, faz-se uso de Marcadores Moleculares. Estes marcadores são fragmentos do DNA responsáveis por determinada característica que pode ser transmitida de geração para geração.

O presente trabalho tem por objetivo procurar possíveis associações dos polimorfismos do gene Tireoglobulina (TG) com a característica de marmoreio em animais da raça Nelore utilizando a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) e o polimorfismo no comprimento do fragmento de restrição (RFLP). Realizar também a avaliação características da carne a partir de dados coletados por ultrassonografia, com a finalidade de identificar características que podem auxiliar na seleção destes animais.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar características de carcaça de 56 animais da raça Nelore, quantificando os valores médios e desvios-padrões das características de carcaça e estimar correlações simples entre as medidas ultrassonográfica. Também verificar a existência de polimorfismos no gene do tireoglobulinaa em animais da raça Nelore utilizando a técnica de PCR- RFLP com a enzima de restrição XmnI (New England BioLabs ®) e relacionar com as informações fenotípicas obtidas a partir de ultrassonografia.

2.2. Objetivos específicos

- Extrair o DNA genômico de uma amostra de animais;
- Isolar e amplificar um fragmento correspondente ao exon 5 do gene da tireoglobulina (TG) utilizando a técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR);
- Verificar a existência de polimorfismos nos produtos obtidos na PCR, utilizando-se a técnica de Polimorfismos de Tamanho de Fragmentos de Restrição (RFLP);
- Avaliar informações de características de carcaça medidas por ultrassom, sendo estas: área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), mensuradas entre a região da 12° e 13° costelas, marmoreio (MAR), RUMP (Picanha), AOL/100, e EGS/100.
- Estimar correlações e coeficientes de regressão entre características de carcaça medidas por ultrassom.
- Obter informações capazes de auxiliar no processo de seleção destes animais;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bovinocultura Brasileira

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O Brasil é dono do segundo maior rebanho efetivo do mundo, com cerca de 214 milhões de cabeças. Além disso, desde 2004, assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países. O rebanho bovino brasileiro proporciona o desenvolvimento de dois importantes segmentos, as cadeias produtivas da carne e leite. O valor bruto da produção desses segmentos, estimado em R\$ 67 bilhões, aliado a presença da atividade em todos os estados brasileiros, evidenciam a importância econômica e social da bovinocultura em nosso país (MAPA, 2016).

3.2 Bovinocultura de Corte

Existem bovinos especializados para as produções de carne, de leite e os de raças mistas, para ambas as produções. Gado de corte significa o conjunto de raças bovinas destinadas ao abate, para a produção de carne e de seus derivados, além de alguns sub-produtos. Essas raças devem ser precoces, bem desenvolvidas, resistentes e ter um bom rendimento líquido de carne, no mínimo, 45% (REDAÇÃO RURAL NEWS, 2015).

O Brasil lidera o ranking de maior exportador de carne bovina do mundo desde 2008 e as estatísticas mostram crescimento também para os próximos anos. A exportação de carne bovina crescerá a 2,15% ao ano, enquanto a carne de aves a 3,64% (MAPA, 2016).

O Brasil é o quinto maior país do mundo em território, com 8,5 milhões de km² de extensão e aproximadamente com 20% da sua área (174 milhões de hectares) ocupada por pastagens. Apesar de ser um país predominantemente tropical, possui uma grande variabilidade climática, refletindo nos regimes pluviométricos e, conseqüentemente, nos sistemas de produção pecuários. A grande variedade de sistemas produtivos em um território tão vasto também reflete na diversificação dos produtos. Segundo a ABIEC (2016), o Brasil hoje pode atender qualquer mercado no mundo, sejam nichos específicos, com carnes mais nobres (carne gourmet ou

culinária) até cortes de menor valor (carne ingrediente), sejam mais magras ou com maior teor de gordura.

3.3 Rebanho Nacional e Região Centro-Oeste

O gênero *Bos*, de acordo com sua origem e distribuição pode ser dividido em dois grandes grupos. O primeiro é constituído pelo tipo setentrional ou taurino – *Bos taurus* – representado pelos bovinos europeus, que se caracterizam por possuir pele clara e aderente ao corpo e por ter pelos longos e chifres geralmente curtos; estão disseminados pelas regiões de clima temperado.

O segundo tipo – *Bos indicus* – de especial interesse para nós é o que vive nas regiões tropicais tendo como característica mais importante a pele pigmentada e bastante solta, os pelos unidos, curtos e finos e chifres geralmente médios ou longos, são estes denominados de Zebuínos (SANTIAGO, 1972).

Cerca de 80% do rebanho é composto por animais de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), que são animais de comprovada rusticidade e adaptação ao ambiente predominante no Brasil (BRASIL, 2016). Dentre estas raças, podemos destacar o Nelore, com 90% desta parcela. A criação destes animais é predominantemente a pasto, com suplementação mineral. Representando a maioria dos bovinos para corte no Brasil, os zebuínos podem ser encontrados por toda extensão do território.

Inserido nesse contexto, Mato Grosso do Sul é o segundo maior produtor de carne e o maior supridor da atividade (bezerros, boi magro, material genético, para citar alguns), sendo que esta vem se desenvolvendo, mais em função dos impulsos do mercado do que da orientação de políticas públicas (SOUZA, 2010). Nos últimos anos, a região Centro-Oeste tem sido uma das que mais se desenvolveu no Brasil e seu crescimento é, em grande parte, responsabilidade da pecuária, sua principal atividade econômica. Dentro da pecuária na região, a produção de carne bovina é a mais significativa, correspondendo a aproximadamente 36% da produção nacional (BRASIL BRASILEIRO, 2012).

3.4 A raça Nelore

Os zebuínos são animais de origem indiana que evoluíram em ambiente de clima tropical, e devido a sua melhor adaptação a esse tipo de clima as raças zebuínas se difundiram bastante no território brasileiro. O rebanho zebuíno brasileiro é composto principalmente pelas raças Nelore, Gir e Guzerá (ABIEC, 2016). No Brasil, a raça Nelore possui a carcaça mais próxima dos padrões exigidos pelo mercado, por apresentar porte médio, ossatura fina, leve, porosa e menor proporção de cabeça, patas e vísceras, conferido excelente rendimento nos processos industriais. A precocidade de terminação garante nas carcaças Nelore distribuição homogênea da cobertura de gordura, sendo esta carcaça muito valorizada no mercado. Além disso, a cobertura evita que, durante o resfriamento, ocorra o encurtamento das fibras pelo frio. A padronização das carcaças Nelore otimiza a estrutura industrial e agrega valor aos cortes. (ACNB, 2016). O Nelore brasileiro, além de ser considerado hoje como um patrimônio legitimamente nacional, tem sua carne exportada para mais de 146 países e cada vez mais demandada por consumidores esclarecidos do mundo todo (EQUIPE BEEFPOINT, 2013). Hoje pode-se afirmar que o Nelore é a raça zebuína com maior contingente pesquisado e aprovado no mundo, somente tendo paralelo com a raça europeia Holandês (SANTOS, 2013).

3.5 Qualidade da Carne

A crescente pressão da população humana e a necessidade de elevar o seu padrão de vida fizeram com que aumentasse a produção e a qualidade da carne (LAWRIE, 2005).

Quando se fala em seleção para qualidade de carcaça, é necessário ser muito claro quanto aos termos utilizados. Não se trata apenas de selecionar aqueles animais que apresentam fenótipos que acreditamos ser relacionados com uma carcaça de melhor qualidade. Para selecionar animais com maior potencial de crescimento é necessário pesar os animais, identificando-se assim aqueles animais com desenvolvimento ponderal superior. Da mesma forma, para selecionar para uma melhor qualidade de carcaça é necessário medir as características da carcaça que determinam a sua qualidade, identificando-se assim aqueles animais que produzem maior rendimento e qualidade de carne (ARAÚJO, 2002; SAINZ, 2002).

A qualidade da carne envolve vários aspectos como pH, capacidade de retenção de água, cor, firmeza, textura, quantidade e distribuição da gordura, maciez, sabor e suculência, que são características determinantes na decisão de compra da carne. Os consumidores costumam escolher e avaliar a qualidade dos cortes cárneos, baseados no conhecimento que possuem, em relação à aparência visual e olfativa e obviamente a partir do preço, que deve ser estabelecido pelo valor justo, a fim de corresponder às expectativas do consumidor, no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e sensorial do produto (EQUIPE BEEFPOINT, 2016).

3.6 Área de Olho de Lombo – AOL

A área de olho de lombo é considerada um indicador da musculosidade da carcaça. Já a medida de espessura de gordura subcutânea, medida a $\frac{3}{4}$ da borda medial, sobre o músculo *Longissimus dorsi*, é eficiente indicador de acabamento da carcaça (Magnabosco et al., 2015).

A AOL é amplamente utilizada como composição da carcaça por apresentar correlação positiva com várias medidas de carne magra e com peso da porção comestível. A AOL mensurada por régua de quadrantes de pontos fornece uma medida em centímetros quadrados (cm²), que pode ser utilizada para aferir o potencial genético do indivíduo para musculosidade.

3.7 Espessura de Gordura Subcutânea – EGS e na Picanha - RUMP

A EGS fornece uma medida em milímetros (mm), demonstrando o potencial genético do indivíduo para precocidade de acabamento da carcaça. A EGS é medida entre a 12^o e a 13^o costelas e a EGP8, medida entre a intersecção dos músculos *Gluteos medius* e *Biceps femoris*, ambas expressas em milímetros (mm), são características que tem grande importância na industrialização da carne, sendo de suma importância para os atributos qualitativos da mesma (Magnabosco et al., 2015). A gordura na picanha (RUMP) é uma medida complementar a EGS, indicada principalmente para situações em que os animais têm a deposição de gordura subcutânea comprometida, principalmente por nutrição inadequada, como pode ocorrer, por exemplo, com animais em sistemas extensivos de pastejo. Do ponto de vista de melhoramento genético, as características EGS e RUMP são importantes

indicativos da precocidade sexual e de terminação, ou seja, animais que iniciam a deposição de gordura mais cedo tendem a ser mais precoces, sexualmente, e tendem a apresentar carcaças prontas para o abate em menores idades (Suguisawa et al., 2006).

3.8 Relação AOL / 100 e EGS / 100

A relação entre as medidas de AOL e o Peso Vivo é calculada para reduzir a influência do peso vivo, facilita na adequada comparação entre os animais. Desta forma, o índice da AOL / 100 kg de PV pode ser utilizado para aferir a superioridade do animal para musculabilidade, com a correção das diferenças de manejo e ambiente que possam existir entre os indivíduos analisados. Para a medida de AOL/ 100 kg PV, tem-se que valores de 17 cm²/100 kg são indicativos de animais de bom rendimento de cortes cárneos de alto valor comercial, a relação entre a medida de EGS e o peso vivo é também calculada para reduzir a influência do peso vivo, facilitando a adequada comparação entre os animais. Desta forma, o índice da EGS por 100 kg de PV também pode ser utilizado para aferir a superioridade do animal para precocidade, com a correção das diferenças de manejo e ambiente que possam existir entre os indivíduos analisados.

A relação entre a altura e largura do Contrafilé conhecida como RATIO é calculada para reduzir a influência de animais, que mesmo possuindo alto valor de AOL (cm²), não apresentam enchimento de carne na carcaça (ABCBS, 2016).

3.9 Melhoramento Genético e suas tecnologias

No campo da genética molecular, a mais importante descoberta do século XX foi a da estrutura da molécula de DNA, em 1953, por James Watson e Francis Crick. Esse feito possibilitou o desenvolvimento de métodos para analisar a estrutura e a função do material genético através de equipamentos para análises automatizadas de grandes quantidades de amostras, de métodos estatísticos e de ferramentas de informática, resultando na ciência conhecida como genômica. Destaca-se ainda o surgimento de estudos aplicados ao melhoramento animal e a inserção de novas características de interesse econômico nos programas de avaliação genética de bovino (EMBRAPA, 2016).

Aliada ao desenvolvimento de pesquisa nacional e de técnicas específicas aos sistemas produtivos, ela está impulsionando os índices de produtividade dos animais e colaborando para uma pecuária cada dia mais eficiente e sustentável. Os avanços são bastante visíveis, de forma que, ocupando exatamente a mesma área, o rebanho bovino brasileiro poderia facilmente dobrar, com a implementação de ferramentas simples de manejo e tecnologia (ABIEC, 2016).

Desde a domesticação das primeiras espécies animais, há cerca de 12000 anos, a seleção para determinadas características desperta o interesse do homem. A identificação de indivíduos que manifestavam fenótipos específicos, diferenciando-os de seus contemporâneos, foi provavelmente a base dos primeiros “programas de seleção animal” desenvolvidos pelo homem primitivo. Até hoje, a essência dos programas de seleção animal tem sido a mesma: observar populações, identificar indivíduos de maior ou melhor, expressão de características importantes, acasalamento de indivíduos excelentes e disseminação desses genótipos nos rebanhos (OLIVEIRA et al., 2008).

3.10 Técnicas de Biologia Molecular

As tecnologias de análise molecular da variabilidade do DNA permitem determinar pontos de referência nos cromossomos, tecnicamente denominados “marcadores moleculares” (GENÉTICA VIRTUAL, 2011).

Marcadores moleculares são segmentos de ácido DNA que estão fisicamente ligados a *locus* que determinam características de interesse econômico (*QTLs*), ou seja, variantes na estrutura do DNA, numa determinada região do genoma, que podem ser usados como um marcador para alelos de genes que podem possuir efeitos positivos ou negativos para a característica de interesse (LÔBO, 2007). São amplamente utilizados nos estudos de genética populacional, no mapeamento e nas análises de similaridade, podendo ser definidos como todo e qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso ou de um segmento de DNA específico, expresso ou não (BRAMMER, 2000).

Qualquer característica determinada por um gene simples que exhibe variabilidade genética discreta constitui um polimorfismo, o qual marca um segmento cromossômico. A rigor, considera-se polimórfico o *locus* no qual o alelo mais frequente possui frequência igual ou inferior a 99%. Se genes afetando uma característica

quantitativa (*QTL*) ou qualitativa estiverem em um segmento cromossômico próximo aquele marcador, o monitoramento da segregação do polimorfismo pode permitir uma inferência indireta da presença de *QTL* e o valor fenótipo a ser esperado para a característica quantitativa em razão da ligação (OLIVEIRA et al., 2008). O método mais básico para genotipagem de SNPs em regiões específicas do genoma é baseado na técnica de PCR-RFLP (MAEDA et al., 1989).

A PCR consiste em amplificar com iniciadores específicos (*primers*) o fragmento de interesse. Este fragmento é purificado e submetido a um tratamento com uma enzima de restrição específica que reconheça apenas um dos alelos. Posteriormente, os fragmentos são separados por eletroforese para diferenciação dos alelos por tamanho (CAETANO, 2009).

O RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) proposto por Botstein et al. (1980) é um dos grupos mais usados de marcadores moleculares. O polimorfismo para comprimento de fragmentos de restrição é capaz de diferenciar indivíduos através de variações individuais devido a inserção, deleção, mutação e inversão nos nucleotídeos. Nesta técnica são utilizadas enzimas de restrição que irão clivar o DNA em pontos específicos, gerando fragmentos de diferentes tamanhos que são separados e visualizados em forma de bandas, desse modo, cada indivíduo apresentará o seu padrão de fragmentos, chamado “perfil de digestão”, detectado pelo número e tamanho dos fragmentos gerados (RASSMUSEN, 2012).

3.11 Tireoglobulina

O gene da tireoglobulina (TG) está localizado no cromossomo 14 bovino, e seu produto é precursor de hormônios tireoidianos que influenciam o metabolismo de lipídios, interferindo na diferenciação de adipócitos, assim como na deposição de células de gordura nos músculos.

Para melhor incorporar a seleção assistida por marcadores em programas de melhoramento, a associação entre marcadores moleculares e a característica de produção precisa ser avaliada na população sob seleção. Em várias populações bovinas a região centromérica do cromossomo 14 (BTA14) foi associada com deposição de gordura. O gene da tireoglobulina está localizado à 4,46 Mb no BTA14 e relatos contraditórios descrevem a influência de um polimorfismo na sequência 5' líder desse gene sobre marmoreio (EMBRAPA, 2006).

3.12 MARMOREIO

Conforme o local de deposição de gordura na carcaça esta é classificada como: gordura externa (subcutânea), interna (envolvendo órgão e vísceras), intermuscular (ao redor dos músculos) e intramuscular (entremeada às fibras musculares). Essa gordura entremeada, que não pode ser separada da carne, é o que chamamos de marmoreio. Por muito tempo o marmoreio da carne foi um critério importante na sua aquisição por parte do consumidor. O marmoreio está relacionado com as características sensoriais da carne, que podem ser percebidas pelo consumidor, isso porque garantem a sensação de suculência da carne à mastigação (RAMALHO, 2016).

O marmoreio e seu impacto benéfico no sabor se torna cada vez mais importante comercialmente. Maiores níveis de marmoreio ajudam a elevar o valor agregado à carne, pois os consumidores são convidados a gastar mais por isso. Sem uma melhora contínua, a decisão dos consumidores de comprar outras proteínas mais baratas se torna mais fácil (EQUIPE BEEFPOINT, 2013).

O marmoreio é avaliado por escores de 1 a 10, apresentando valores de médios a elevados para estimativas de herdabilidade, razão pela qual possuem potencial de resposta à seleção (Sugisawa et al., 2006).

3.13 Ultrassonografia de Carcaça

Como o peso por si só não determina adequadamente o valor de um animal produtor de carne, há uma busca por tecnologias e mensurações que indiquem com maior precisão a composição da carcaça. Nesse contexto a ultrassonografia para avaliação de carcaça consolidou-se como técnica viável, não invasiva, não destrutiva, acurada e de custo aceitável para esta função (MARQUES, 2016).

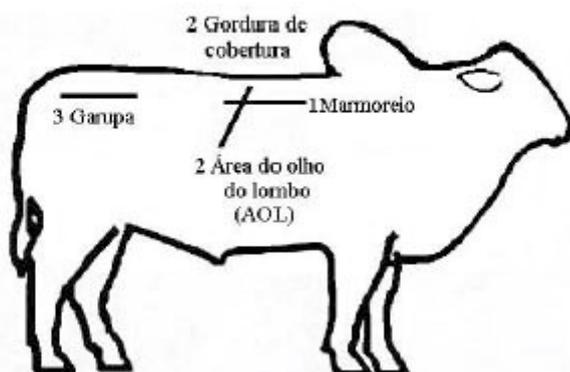
O uso da ultrassonografia de carcaça otimizou a seleção para rendimento e acabamento de carcaça, com reflexos positivos para a indústria frigorífica e, conseqüentemente maior valorização dos animais melhoradores para estas características, além da alta correlação entre precocidade de acabamento de carcaça e precocidade sexual. As evoluções em rendimento e acabamento, assim como o

marmoreio favorecem a lucratividade do rebanho através da conquista de novos mercados para qualidade de carne e ganhos em produtividade (ANCP, 2016).

As medidas de ultrassom possibilitam o conhecimento do nível de musculosidade, da gordura de acabamento e do grau de marmorização da carne através da mensuração no animal vivo da área de olho-de-lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmoreio (MAR), respectivamente. Para tanto, faz-se a leitura da imagem, de um corte transversal do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé), tomada na região da 12^a - 13^a costelas, para AOL e EGS e a leitura da imagem com o transdutor disposto longitudinalmente entre a 11^a-13^a costelas, para MAR (CARTAXO, 2011).

O marmoreio pode ser caracterizado pela presença de pequenos pontos de gordura que são visíveis no músculo *longissimus*, região denominada de contra-filé (Figura 1), local onde o aparelho de ultrassom realiza a leitura.

Figura 1 - Locais das medidas de ultrassom (ARAUJO, 2002)



4.0 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Animais avaliados

Foram utilizados 56 animais da raça Nelore, todas matrizes múltiparas (de 4 a 5 anos de idade) pertencentes a uma fazenda de cria e comercialização de genética, a partir da venda de touros, coberturas e sêmen. Os animais se encontravam em regime extensivo de criação, tendo como principal gramínea utilizada para o pastejo a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Possuíam também acesso a suplemento mineral a partir de cochos distribuídos pelos piquetes. Os animais são provenientes da Fazenda Nelore Ricci localizada na região de Anaurilândia– MS aproximadamente a 400Km da capital Campo Grande (MS).

4.2. Coleta de material para extração de DNA

Foram coletadas manualmente amostras de pelos da vassoura da cauda dos animais, sendo retiradas frações de aproximadamente 25 pelos por vez, sendo coletados aproximadamente cerca de 50 pelos de cada animal, que estavam predispostos em tronco de contenção. Após coleta o excesso dos pelos foi cortado com tesoura, restando fios de aproximadamente 5 cm contendo os folículos pilosos. As amostras acondicionadas em pacotes plásticos vedados e identificados de acordo com a raça e numeração do animal. As amostras foram então transferidas para tubos de microcentrifuga (1,5 mL), também devidamente identificados, e mantidos a -20°C até o momento da extração do DNA. A extração do DNA foi realizada no Laboratório de Ensino e Pesquisa em Genética Animal (LEPGA), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina na cidade de Florianópolis (SC). Para a extração do DNA genômico, utilizou-se a metodologia PCI (fenol-clorofórmio-álcool isoamílico) adaptada de Lima (2003). Em cada microtubo contendo os folículos pilosos foram adicionados 500 µL de solução TE-TWEEN (Tris 50 mM, EDTA 1 mM, 0,5% Tween 20), seguido de incubação em banho-maria a 65°C por 1,5 horas com agitação manual periódica. Feito isso, foi adicionado 15 µL de proteinase K (20 µg/µL) e as amostras foram incubadas novamente a 55°C por 6 horas, agitando-se por inversão a cada 30 minutos. Após o período de incubação foi realizado um overnight a 37°C. Após a primeira etapa da extração, foi adicionado 1 volume de PCI (fenol-clorifórmio-álcool isoamílico – 25:24:1) para 1 volume de

amostra, e os tubos passaram por agitação vigorosa durante 10 segundos em agitador automático tipo vórtex. Posteriormente, foi realizada a centrifugação a 12.000 rpm por 10 minutos a 23°C, sendo o sobrenadante transferido para um novo tubo, este também devidamente identificado, gerando um volume final de aproximadamente 300 µL.

A precipitação do DNA ocorreu com 1/10 do volume da amostra de acetato de sódio 0,3 M (cerca de 30 µL) e etanol absoluto gelado (1000 µL), sendo feita a mistura por imersão seguida de repouso durante 1,5 horas -20°C com uma nova centrifugação a 12.000 rpm por 60 minutos a 4°C. O DNA remanescente após a precipitação foi seco em temperatura ambiente e ressuspendido com 100 µL de água ultrapura e armazenado a 4°C até o momento das análises posteriores.

No intuito de verificar a eficácia da metodologia da extração, as amostras foram misturadas a 3µL de tampão de corrida (azul de bromofenol, xileno-cyanol e glicerol) e submetidas à eletroforese em gel de agarose (0,5%) com brometo de etídio, em tampão TBE 1X (Tris-HCl 89 mM; EDTA 2,5 mM e Ácido Bórico 89 mM e pH 8,3) a 50V, por aproximadamente 50 minutos. A visualização foi feita sob luz ultravioleta em Sistema de Fotodocumentação L-Pix EX® (Loccus Biotecnologia), as imagens dos géis foram capturadas com o software L-Pix Imagem Ex®.

O par de primers utilizado nas PCR'S foi desenhado de acordo com as informações disponíveis no GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), possuindo as seguintes sequências de nucleotídeos:

TG - Forward 5' – TCCCAGAGTTAGCCTCCAAG - 3'

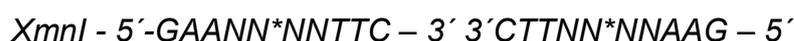
TG – Reverse 5' – TGAATGAGAGGTGGTGAGGTC - 3'

As reações de PCR foram realizadas em um volume final de 25µL por amostra, contendo 2µL de DNA genômico, 0,5µM de cada primer, tampão PCR 1X, 0,5µM de MgCl₂, 100µM de dNTPS, 0,75U EasyTaq® DNA Polymerase (Trans Gen Biotech®). Os ciclos de amplificação foram realizados em termociclador Biometra®, e seguiram a seguinte programação (Tabela 1):

Tabela 1 - Condições da reação de PCR para amplificação do fragmento do gene do TG.

Etapas	Reação de PCR (<i>Touchdown</i>)			
	1ª Etapa (10 ciclos)		2ª Etapa (25 ciclos)	
	T (°C)	Tempo	T (°C)	Tempo
Desnaturação	96	5'	95	1'
Associação dos iniciadores	66,1(↓ 1°C/ciclo)	1'	56,1	1'
Extensão	72	1'	72	1'

Para verificar o resultado da amplificação uma alíquota de 3 µL de cada amostra foi misturada a 3µL de tampão de corrida (azul de bromofenol, xileno-cyanol e glicerol) e submetida à eletroforese em gel de agarose a 1,0% com brometo de etídio (0,05 µG/ml), utilizando tampão TBE 1X a 70V por aproximadamente 70 minutos. O gel foi visualizado sob luz ultravioleta em Sistema de Fotodocumentação L-Pix EX® (Loccus Biotecnologia) e as imagens foram capturadas por meio do software L-Pix Imagem Ex®. Após o isolamento e amplificação da região de interesse do gene do Tireoglobulina pela PCR, as amostras foram submetidas à técnica de PCR-RFLP. A enzima de restrição escolhida foi a endonuclease *XmnI* que possui os seguintes sítios de corte:



A digestão foi realizada em volume final de 20 µL/amostra, contendo 10 µL do produto da PCR, 1/10 de tampão para enzima de restrição e 10 unidades das enzimas *BamHI* e *XmnI*. O procedimento foi realizado em termociclador Biometra®. A digestão da enzima *XmnI* foi feita por 15 minutos a 37°C e posteriormente a 65°C por 20 minutos para inativação e, por último a 4°C para conservação das amostras até a fotodocumentação.

Para visualização do resultado 7µl de cada amostra foram misturados a 3µl de tampão de corrida (azul de bromofenol, xileno-cyanol e glicerol) para realização da eletroforese em gel de agarose (2,5%) com brometo de etídio (0,05 µG/ml), em tampão TBE 1X a 70V, por 1 hora e 40 minutos. A visualização do padrão eletroforético de migração das bandas ocorreu sob luz ultravioleta em Sistema de

Fotodocumentação L-Pix EX® (Loccus Biotecnologia) e as imagens foram registradas com auxílio do software L-Pix Imagem Ex®.

4.3. Coleta de dados de ultrassom

Os animais foram imobilizados em tronco de contenção e seguida da coleta de pelos da calda dos mesmos, foi realizada a ultrassonografia, afim da aferição de características de carcaça, como AOL, EGS, RUMP, Marmoreio, AOL/100 e EGS/100.

A metodologia de coleta e interpretação de imagens de ultrassonografia de carcaça segue as normas estabelecidas pela Ultrasound Guildelines Council (UGC / órgão internacional). Portanto, apenas Técnicos de Campo e Técnicos de Laboratório certificados podem coletar e interpretar as imagens em Softwares auditados periodicamente. A aplicação da técnica foi desenvolvida por uma profissional especializada no ramo de ultrassonografia de carcaça, a Dra. Liliane Sugisawa, atual Diretora Técnica na empresa DGT Brasil e utilizou-se como equipamento o Software Bia.

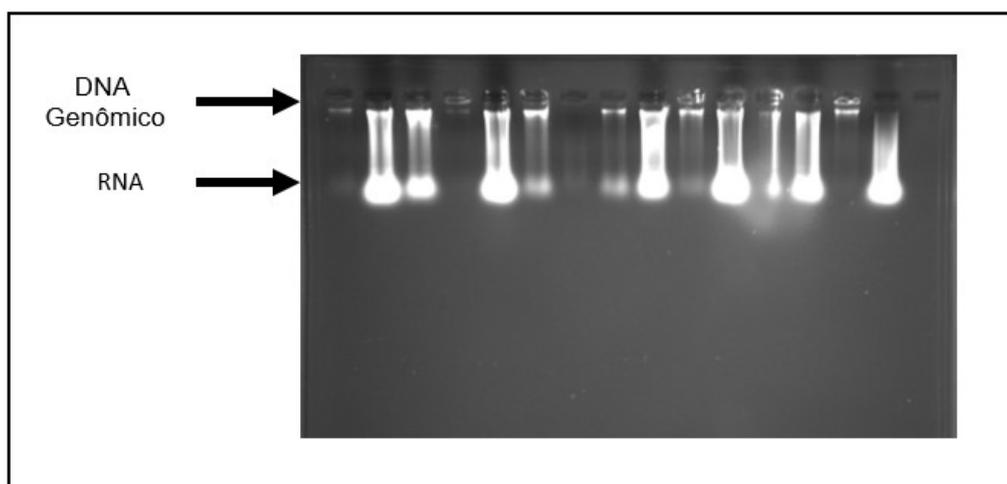
4.4. Metodologia de análise dos resultados

As análises estatísticas para associações entre os resultados das ultrassonografias e os possíveis polimorfismos identificados, foram realizados utilizando o procedimento GLM do SAS (University Edition).

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a figura 2, pode-se observar que a técnica utilizada para a extração do DNA genômico mostrou-se eficaz. A primeira banda formada no padrão de migração mostra uma quantidade satisfatória de DNA extraído. A grande maioria das amostras apresentaram bandas arrastadas, o que sugere sinais de degradação do DNA. A banda formada no fim do padrão indica RNA (SALMAM e LAUREANO, 2006). Porém, a presença do RNA e DNA degradado não comprometeu as análises posteriores de PCR e RFLP.

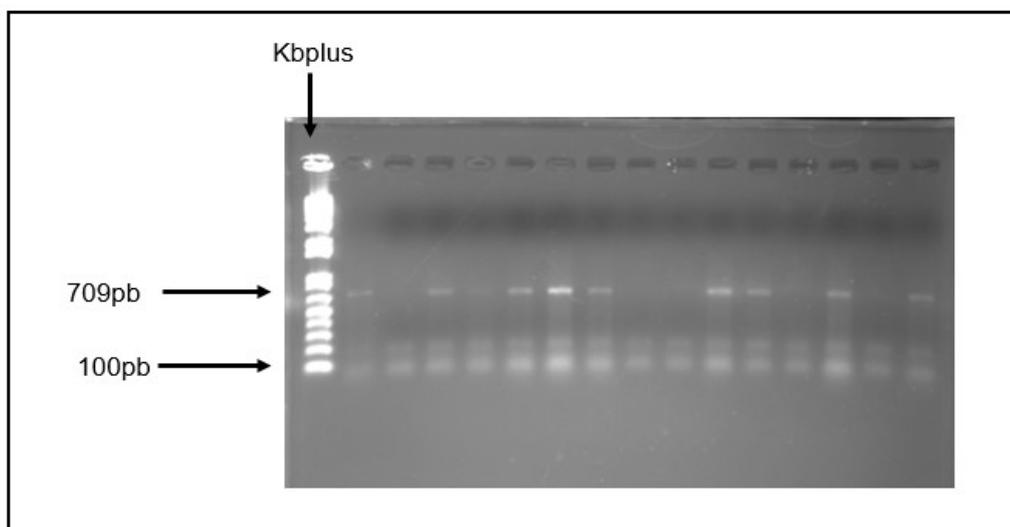
Figura 2. Exemplo de amostras de DNA extraído. Eletroforese em gel de agarose a 0,5%.



Os resultados obtidos na extração corroboram com Laureano et al. (2006) que também utilizaram a técnica adaptada de Lima (2003) para extração de pelos de novilhas da raça Nelore.

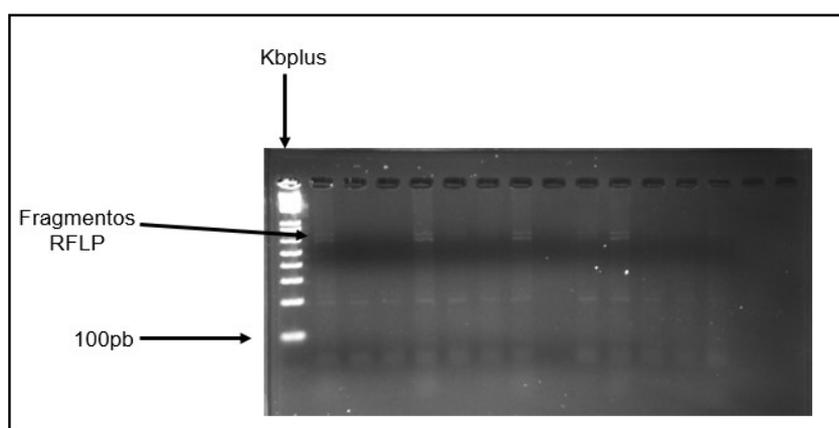
Para garantir a melhor visualização do anelamento dos primers e eficácia da técnica, foi realizada o método de PCR-touchdown. Os fragmentos amplificados tinham em torno de 709pb, indicando o funcionamento dos primers desenhados para a região estudada (Figura 3).

Figura 3: Imagem representativa do resultado das análises de PCR com os iniciadores TG, FWD e REV. Gel de agarose a 1%. A= marcador de peso molecular 1kb plus DNA Ladder (Invitrogen®).



A partir dos resultados obtidos nesta etapa foi possível a realização da técnica de RFLP, onde as amostras continham apenas a região de interesse do gene da Tireoglobulina avaliada neste trabalho e estas foram digeridas com a enzima XmnI. Os resultados podem ser observados na figura 4.

Figura 4: Imagem representativa do resultado das análises de RFLP com a endonuclease XmnI. Gel de agarose a 2,5%. A= marcador de peso molecular 1kb plus DNA Ladder (Invitrogen®).



Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que os produtos amplificados de PCR foram digeridos em apenas 1 fragmento com banda inferior a 709 pb. Este mesmo padrão foi obtido em todas as 56 amostras correspondentes aos

animais, caracterizando um monomorfismo genético para a região avaliada com a técnica de RFLP utilizando-se a enzima XmnI.

Wu et al. (2005) analisaram polimorfismos em alguns genes, incluindo o gene TG em populações derivadas de acasalamentos de touros e vacas das raças Wagyu e Limousin. Todos os genes estudados contribuíram significativamente para a característica de marmoreio. Barendse (2004), identificou que um SNP no gene da tireoglobulina está associado com marmoreio em bovinos. Já Siqueira et al. (2007) avaliaram as frequências alélicas e genotípicas do polimorfismo TG em touros das raças taurinas Bonsmara, Caracu e Senepol e das raças Nelore e Angus. Entretanto, nenhum dos touros Nelore avaliados apresentou o alelo favorável para marmoreio.

Estudos realizados por Qian-Fu *et. al* (2008) identificaram polimorfismos. Ao utilizarem a mesma metodologia em 271 animais das raças Simental, Angus, Charolês e Limousin. Os pesquisadores identificaram a presença do polimorfismo em regiões distintas do gene destes animais, evidenciando a potencial associação do gene tireoglobulina com o marmoreio. Barreto *et. al* (2012) também obtiveram resultados semelhantes, utilizando da técnica de extração e análise para identificar o gene da tireoglobulinas em bovinos da raça Pantaneira. Sugere-se que estudos posteriores trabalhem com enzimas de restrição diferentes e com outras regiões (exons) do gene da Tireoglobulina a fim de buscar polimorfismos na população da raça Nelore. A utilização de testes de DNA e o uso de marcadores moleculares tem se mostrado uma alternativa promissora em programas melhoramento de bovinos de corte, pois permite um melhor planejamento dos sistemas de acasalamento, objetivando o aumento ou a diminuição da frequência de determinados alelos na população.

De acordo com os dados obtidos a partir de ultrassonografia foram estabelecidas estatísticas descritivas das características avaliadas, as quais estão presentes na tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva das características avaliadas.

Característica	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	C.V%
AOL ^{NS} (cm ²)	56	59,316	7,686	45,340	78,600	12,958
AOL/100 ^{NS} (cm ²)	56	13,159	1,659	10,110	17,530	12,607
EGS ^{NS} (mm)	56	4,475	1,350	2,020	8,060	30,168
EGS100 ^{NS} (mm)	56	0,991	0,290	0,430	1,760	29,263
PICANHA ^{NS} (mm)	56	6,446	2,419	2,700	14,880	37,527

MARMOREIO (0-10) ^{NS}	56	3,257	0,601	1,920	4,380	18,453
-----------------------------------	----	-------	-------	-------	-------	--------

NS = diferenças estatisticamente não significativas para a característica avaliada

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os animais para as características testadas. A AOL apresentou valor médio e de desvio padrão respectivamente de $59,31 \pm 7,68$ (cm²). Este valor encontra-se inferior aos $116,4 \pm 69,8$ (cm²) observados por Suguisawa et al. (2006) e Suguisawa & Soares, (2006) trabalhando com animais da raça Caracu em regime de semi-confinamento. Do ponto de vista produtivo, pode-se afirmar que animais com valores de AOL superiores a 75 cm², ao abate, apresentam elevados rendimentos de cortes cárneos na indústria frigorífica (Luchiari Filho, 2000). Esta divergência entre os trabalhos se devem as diferenças de âmbito genético, racial, ambiental e nutricional ao que os rebanhos estudados foram submetidos.

Em relação ao marmoreio, característica que além de explorada via ultrassom foi incorporada a metodologias de marcadores moleculares a fim de seu mapeamento a partir do gene Tireoglobulina, obteve valor médio e de DV de $3,25 \pm 0,61$, sendo este valor maior e menor que os $2,37 \pm 0,67$ obtidos por Menezes (2013) avaliando animais também da raça Nelore submetidos a regime extensivo.

Na característica de EGS, obteve-se o valor de média e DV respectivos de $4,47 \pm 1,35$ sendo este valor maior do que os encontrados por Yokoo et al. (2009), $1,9 \pm 1,36$ em animais da raça Nelore, criados em regime intensivo. Na característica de Espessura de Gordura da Picanha (RUMP), obteve-se uma média um pouco maior que a EGS, sendo esta de 6,446, ressaltando que a RUMP é uma medida complementar a EGS, ou seja, geralmente possuem valores muito próximos, mas com tendência de valor maior na Picanha visto o aspecto do corte e a camada de gordura presente no mesmo quando comparado ao contra filé (*Longissimus dorsi*) onde é aferido a EGS.

Na Tabela 3 estão descritas as correlações obtidas entre as variáveis testadas com as informações oriundas dos animais avaliados neste estudo.

Tabela 3. Correlações de Pearson (superiores) e Valores de P (Inferiores) para as características avaliadas: AOL = Área de olho; AOL/100; Egs= Espessura de gordura subcutânea; Picanha (RUMP); Marmoreio.

AOL	AOL100	EGS	EGS100	Picanha	Marmoreio
-----	--------	-----	--------	---------	-----------

AOL	1	0.84193 <.0001	0.31978 0.0163	0.25180 0.0612	0.36283 0.0060	0.30759 0.0211
AOL100	-	1	0.17167 0.2058	0.22515 0.0952	0.36018 0.0064	0.21021 0.1199
EGS	-	-	1	0.97364 <.0001	0.65833 <.0001	0.33325 0.0121
EGS100	-	-	-	1	0.66883 <.0001	0.30005 0.0247
Picanha	-	-	-	-	1	0.36704 0.0054
Marmoreio	-	-	-	-	-	1

Diante da correlação simples entre as características foram obtidas significâncias para as correlações entre AOLxAOL100, AOL x Picanha AOL e Marmoreio, AOL100 x Picanha, EGS x EGS100, EGS x Picanha e Picanha x Marmoreio, com valores de alta significância estatísticas sendo baixa a probabilidade destes valores serem obtidos pelo acaso. Em um estudo realizado por Silva et al. (2003) onde foram realizadas as mesmas avaliações de ultrassonografia em 22 animais da raça Nelore e obtiveram-se correlações positivas de 0,87 tanto para as medidas de AOL como para as medidas de EGS, valor este semelhante a correlação AOL x AOL /100, no entanto menores para as demais correlações. Dentre as correlações de EGS, a EGS x EGS / 100 foi bem próxima do 1, sendo esta de 0,97. A diferença entre os valores pode ser atribuída devido ao manejo, genética e nutrição aos quais os animais de ambos trabalhos foram submetidos, além é claro de possível alteração na aferição da característica de um técnico para outro ou de um programa para o outro.

Na tabela 4 estão descritas as Equações de regressão das características avaliadas, estimando uma característica em função da outra.

Tabela 4. Equações de Regressão para as características avaliadas.

Características	Linear	Quadráticas	R ²
AOL x EGS*	$y = 47,10 - 32,65x$	-	0,24
PICANHA x EGS*	-	$y = 4,66 - 2,56x + 4,07x^2$	0,48
PICANHA x EGS100*	-	$y = 5,28 - 0,79x + 0,22x^2$	0,48
PICANHA x AOL**	$y = -0,33 + 0,11x$	-	0,13
PICANHA x AOL100**	$y = -0,46 + 0,52x$	-	0,13
MARMOREIO x AOL*	$y = 1,82 + 0,02x$	-	0,09
MARMOREIO x EGS**	$y = 2,59 + 0,14x$	-	0,12
MARMOREIO x EGS100**	$y = 2,64 + 0,62x$	-	0,10

* = Estatisticamente significativo ao nível de 5% de confiança

** = Estatisticamente significativo ao nível de 1% de confiança

Após caracterizada a relação entre as características analisadas, as mesmas foram descritas sob forma matemática, através de uma função, onde, a estimação dos parâmetros dessa função é o objetivo da regressão. Logo, obtivemos resultados significativos, especialmente para a correlação de AOL x EGS, PICANHA x EGS e PICANHA x EGS/100 sendo os valores de R² destes respectivamente 0,24, 0,48, 0,48 demonstrando que a EGS possui grande associação a deposição de músculo. A correlação inferida ao marmoreio apresentaram valores menores, sendo atribuídas para MAR x AOL 0,09, MAR x EGS 0,12 e MAE x EGS/100 0,10 inferindo também uma associação do marmoreio, de menor escala quando comparada a da EGS, porém ainda assim possuem valor estatisticamente significativo, próximo de 1% de confiança.

Missio et al. (2013) em seu trabalho correlacionou o comprimento da carcaça dos animais com as demais características de qualidade de carcaça, obtendo valores significativos, próximos dos 5% de confiança para a EGS (0,36), MAR (0,35), Quantia de músculo (0,59), gordura (0,63) osso (0,67), EGS (0,45) e conformação (0,31), caracterizando com estes valores a forte associação do comprimento da carcaça com a deposição de tecidos.

6.0 Considerações Finais

De acordo com estes resultados conclui-se que as amostras foram monomórficas (ou seja, não apresentam variação fenotípica) para a enzima XmnI. Portanto, é necessário que se façam mais estudos voltados a este gene em animais da raça Nelore, utilizando da mesma metodologia em populações maiores, identificando a veracidade da associação do gene Tireoglobulina (TG) com a característica de marmoreio. Possibilitando a seleção de animais com maior aptidão para a deposição do marmoreio.

As características de carcaça medidas por ultrassom podem ser incluídas em programas de melhoramento, e devem responder rapidamente à seleção. Pode-se concluir que a tecnologia de ultrassonografia garante informações para o produtor, auxiliando no processo de seleção do rebanho, maximizando os lucros.

REFERÊNCIAS

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes). **Pecuária Brasileira**. 2016. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp> Acesso em: 05 out. 2016.

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes). **Pecuária Rebanho Bovino Brasileiro**. 2016. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp> Acesso em: 05 out. 2016.

ABIEC (Brasil). Secretaria da Agricultura. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina Brazilian Beef Exports**. 2016. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/anual-310816.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.

ACNB (Associação dos Criadores de Nelore do Brasil). **Raça. Caracterização Racial**. 2016. Disponível em: <<http://www.nelore.org.br/Raca/Caracterizacao>> Acesso em: 05/10/2016.

ANDRADE, D. F.; OGLIARI, P. J. **Estatística para as ciências Agrárias e biológicas: com noções de experimentação**. Florianópolis: UFSC, 2007. 438p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. **Raça**. Disponível em: <<http://angus.org.br/raca/>>. Acesso em: 06 out. 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES (Ribeirão Preto - Sp). **Ultrassonografia de carcaça**. Disponível em: <<http://www.ancp.org.br/pagina/17/medidas-por-ultrassonografia#.WDeGjPkrLIV>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BARENDSE, W. J.; BUNCH, R.; THOMAS, M.; ARMITAGE, S.; BAUD, S.; DONALDSON, N. The TG5 thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, VI, v. 44, n.7, p. 669-674, 2004.

BRAMMER, Sandra Patussi. **Marcadores moleculares: princípios básicos e uso em programas de melhoramento genético vegetal**. Passo Fundo: Mapa, 2000. 12 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852456/marcadores-moleculares-principios-basicos-e-uso-em-programas-de-melhoramento-genetico-vegetal>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

BRASIL BRASILEIRO. **Pecuária no Centro Oeste**. 2012. Disponível em: <<https://brasilbrasileiro1001.wordpress.com/2012/09/09/pecuaria-no-centro-oeste/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CAETANO, Alexandre Rodrigues. Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 38, n. spe, p. 64-71, July 2009

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Genômica e melhoramento genético m bovinos**. 2016. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11466626/artigo-genomica-e-melhoramento-genetico-em-bovinos>. Acesso em: 20 out. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Associação de marcadores moleculares do BTA14 com espessura de gordura em bovinos da raça Canchim**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/47771/associacao-de-marcadores-moleculares-do-bta14-com-espessura-de-gordura-em-bovinos-da-raca-canchim>>. Acesso em: 20 out. 2017.

EQUIPE BEEFPOINT. **Nelore, conheça mais sobre a raça que representa 80% do rebanho brasileiro**: Raças e Genéticas. 2013. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/racas-e-genetica/nelore-conheca-mais-sobre-a-raca-que-representa-80-do-gado-de-corte-brasileiro-projeto-racas/>>. Acesso em: 05 out. 2016.

EQUIPE BEEFPOINT. **Marmoreio é a principal característica sensorial para carne bovina**: Cadeia PRODUTIVA; Giro do boi. 2013. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do-boi/marmoreio-e-a-principal-caracteristica-sensorial-para-carne-bovina/>>. Acesso em: 05 out. 2016.

EQUIPE BEEFPOINT. **Percepção de alguns atributos de qualidade da carne bovina segundo os consumidores**: Radares técnicos. 2016. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/qualidade-da-carne/percepcao-de-alguns-atributos-de-qualidade-da-carne-bovina-segundo-os-consumidores-43075/>>. Acesso em: 05 out. 2016.

GENÉTICA VIRTUAL. 2011. Tópicos extras. **Marcadores moleculares**. Disponível em: <<http://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual-home/topicos-extras/marcadores-moleculares/>> Acesso em: 12 out. 2016.

KAPS, M.; LAMBERSON, W.R. **Biostatistics for animal science**. Cambridge: CABI, 2004. 445p.

LAWRIE, R. A. Tendências Atuais. In: LAWRIE, R. A.. **Ciência da Carne**. 6. ed. Cambridge: Artmed, 2005. Cap. 1, p. 26.

LAWRIE, R. A. A qualidade Sensorial da Carne. In: LAWRIE, R. A.. **Ciência da Carne**. 6. ed. Cambridge: Artmed, 2005. Cap. 10, p. 249.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. Nova Odessa: ITAL, 200. 134p

LÔBO, Raimundo Nonato Braga; LÔBO, Ana Maria Bezerra Oliveira. **Melhoramento genético como ferramenta para o crescimento e o desenvolvimento da ovinocultura de corte**. Belo Horizonte - Mg: Emprapa, 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/247_000fy349pxy02wx5ok0pvo4k3d1s3owt.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2016.

MAEDA, M.; MURAYAMA, N.; ISHII, H. et al. A simple and rapid method for HLA-DQA1 genotyping by digestion of PCR-amplified DNA with allele specific restriction endonucleases. **Tissue Antigens**, v.34, n.5, p.290-298, 1989.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Animal**. 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/animal>> Acesso em: 05 out. 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Animal. Bovinos e bubalinos**. 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>> Acesso em: 05 out. 2016.

MARQUES, Ana Carolina Wider. **Ultrassonografia para predição das características de carcaça bovina**. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22106/ultrassonografia-para-predicao-das-caracteristicas-de-carcaca-bovina.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. de; METZ, P. A. M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 946-956, maio/jun. 2005.

MENEZES, G. R. O., NIETO, L. M., ROSA, A. N., NOBRE, P.R. C., SILVA, L.O. C., GONDO, A. (2013). Tendências genéticas para características de carcaça ao sobreano na raça Nelore - Programa Geneplus - Embrapa. Anais... X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba, Minas Gerais.

MISSIO, Regis Luis et al. Características da carcaça de vacas de descarte abatidas com diferentes pesos. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p.644-651, julho - setembro 2013.

OLIVEIRA, João Francisco Coelho de et al. Marcadores Moleculares em Reprodução Animal. In: GONÇALVES, Paulo Bayard Dias et al. **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. Cap. 17, p. 331.

OLIVEIRA, João Francisco Coelho de et al. Marcadores Moleculares em Reprodução Animal. In: GONÇALVES, Paulo Bayard Dias et al. **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. Cap. 17, p. 329.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5. ed. Belo Horizonte, 2008. 618p

RAMALHO, Renata. **Marmoreio da Carne: Carne Vermelha**. Disponível em: <<http://carnenossa.blogspot.com.br/2010/08/marmoreio-da-carne.html>>. Acesso em: 12 out. 2016.

RAMOS, E. M. GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2007. 599 p.

REDAÇÃO RURAL NEWS. **Gado de Corte**. 2015. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=312>>. Acesso em: 10 out. 2016.

SAINZ, Roberto Daniel; ARAUJO, Fabiano Rodrigues da Cunha. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002, Uberaba. **Artigo**. Uberaba - Mg: Abcz, 2002. p.2-3.

SANTIAGO, Alberto Alves. **O gado Nelore: história, etnografia, seleção. O gado dos trópicos**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1972. 197 p.

SANTOS, Rinaldo dos. Nelore e o Nelore Mocho. In: SANTOS, Rinaldo dos. **Zebu: a Pecuária Sustentável**. Uberaba: Gmbc, 2013. p. 511-566.

Secretaria da agricultura e do desenvolvimento. PARANÁ. **Cenário Atual da Pecuária de Corte**. 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cenariopc.pdf>> Acesso em: 10 out. 2016.

SILVA, S. L., LEME, P. R., PEREIRA, A. S. C. & PUTRINO, S. M. (2003). Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultrassom e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1236-1242.

SIQUEIRA, F.; TORRES JUNIOR, R. A. de A.; REGITANO, L. C. de A.; ALENCAR, M. M.; SILVA, L. O. C.; SOARES, C. O.; EUCLIDES FILHO, K.; ARAÚJO, F. R.; ROSINHA, G. M. S.; OLIVEIRA, R. M. Determinação das frequências alélicas e genotípicas do gene da tireoglobulina em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4., 2007, Campinas, SP. Mercados do século XXI qualidade, segurança alimentar, certificação e rastreabilidade: anais. Campinas, SP: ITAL: CTC, 2007. p. 295-297.

SOUZA, Carolina Barbosa Marques de. **A bovinocultura de Corte do Estado de Mato Grosso do Sul: Evolução e Competitividade**. 2010. 194 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Unicamp, Campinas, 2010.

Suguisawa, L. (2002). **Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. Universidade de São Paulo.

Suguisawa, L. & Soares, W. R. M. (2006). **Ultrasonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 177-185.

Suguisawa, L., Mattos, W. R. S., Oliveira, H. N., Silveira, A. C., Arrigoni, M. B. & Souza, A. A. (2006). **Correlações simples entre as medidas de ultra-som ea composição da carcaça de bovinos jovens**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 169-176.

YOKOO, M. J. I. et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.