

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DIONE MARTINS DE OLIVEIRA

**ANÁLISES MULTIVARIADAS PARA MEDIDAS DE CARÇA EM TEMPO
REAL E PESO EM BOVINOS NELORE AO SOBREANO**

**DOIS VIZINHOS
2023**

DIONE MARTINS DE OLIVEIRA

**ANÁLISES MULTIVARIADAS PARA MEDIDAS DE CARÇA EM TEMPO
REAL E PESO EM BOVINOS NELORE AO SOBREANO**

**MULTIVARIATE ANALYSIS FOR REAL-TIME CARCASS MEASUREMENTS
AND WEIGHT IN YEARLING NELORE BOVINE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Rusbel Raul Aspilcueta Borquis

Coorientador: Dr. Luis Fernando Glasenapp de Menezes

**DOIS VIZINHOS
2023**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos**



DIONE MARTINS DE OLIVEIRA

**ANÁLISES MULTIVARIADAS PARA MEDIDAS DE CARÇAÇA EM TEMPO REAL E PESO EM BOVINOS DA
RAÇA NELORE AO SOBREANO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Produção Animal.

Data de aprovação: 09 de Dezembro de 2022

Dr. Rusbel Raul Aspilcueta Borquis, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, Doutorado - Universidade Federal da Grande Dourados (Ufgd)

Dr. Luis Fernando Glasenapp De Menezes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 15/12/2022.

“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto” (Thomas Huxley).

DEDICATÓRIA

À minha mãe Angélica por todos os bons exemplos e ensinamentos ensinados, pelas muitas palavras de estímulos e pelo incondicional amor e carinho.

À minha avó Cleide e ao meu avô José de Barros, *in memoriam*, por todo o carinho, preocupação e dedicação ao longo da minha vida.

À minha tia Fernanda, pela dedicação, exemplo, oportunidades e, principalmente, amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Deus pela dádiva da vida, por ter saúde e sempre me mostrando a luz no final do túnel quando a ansiedade batia e não tinha para onde fugir.

Agradeço à minha família por sempre estarem ao meu lado, me apoiando a seguir meu caminho.

Agradeço os meus amigos de caminhada, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial, encorajando-me a enfrentar meus desafios, demonstrando com enorme carinho o orgulho de caminharem comigo.

Tenho um grande agradecimento pelo meu professor e orientador Rusbel Raul por toda paciência e compreensão ao longo dessa jornada, por todo ensinamento e ajuda para a realização e conclusão deste trabalho.

Agradeço também a todos professores do programa de pós-graduação em zootecnia da UTFPR por todo ensinamento e em especial ao meu professor e coorientador Luis Fernando Glasenapp por toda ajuda e paciência.

Em especial gostaria de agradecer a minha amiga Evelin Polônio por sempre estar perto de mim, sempre ajudando e cuidando de mim, me orientando com os conselhos mais valiosos, me doando conforto e sabedoria nos momentos de desespero e angústia.

Agradeço também a Ana Caroline, colega de graduação e de grande ajuda para que eu conseguisse chegar ao término. Deixo aqui meu muito obrigado e eterna gratidão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Fomento CAPES 001) pela concessão da bolsa de estudo.

RESUMO

As características de carcaça preditas através da ultrassonografia têm sido consideradas nos programas de avaliação genética de bovinos de corte buscando carcaças com alta qualidade, através de investimento em melhora genética, nutrição e bem-estar dos animais. O presente trabalho objetivou avaliar as relações de peso em diferentes medidas de ultrassom ao sobreano num sistema de gado de corte em bovinos Nelore e a influência do sexo nas medidas de ultrassom. O estudo foi realizado através de informações de pedigree e de desempenho provenientes do rebanho Projeto Nelore Birigui, sendo utilizadas informações dos bezerras dos anos 2020 e 2021. O total a animais utilizados foram 458 (271 machos e 187 fêmeas) de rebanho Nelore e foram desmamados aos 205 dias de vida. As medidas foram: área de olho de lombo, área de olho de lombo para 100 kg de peso vivo, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura subcutânea para 100 kg de peso vivo, espessura de gordura na picanha, grau de marmoreio, relação largura e altura do contrafilé e peso ao sobreano. Estas informações foram submetidas a análise de cluster e de componentes principais de acordo com o sexo dos animais. Os animais machos da raça Nelore pertencentes ao grupo 3 foram superiores para a maioria características em relação aos demais, exceto para área de olho de lombo para 100 kg de peso vivo. Contudo, as fêmeas não apresentaram um grupo superior aos demais, uma vez que as características de carcaça e peso aos 450 dias foram heterogêneas e bem distribuídas entre todos. Com relação ao efeito sexo, todas as características avaliadas nos animais foram diferentes entre os animais machos e fêmeas, exceto área de olho de lombo para 100 kg de peso vivo. As características que mais se mostraram correlações moderada e alta foram espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo, podendo assim selecioná-las e, conseqüentemente, as demais serão melhoradas nos animais machos e fêmeas da raça Nelore. Com relação à análise de componentes principais, as características mais correlacionadas com o primeiro componente principal foram marmoreio, espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura subcutânea para 100 kg de peso vivo. Já a análise de componentes principais do efeito sexo mostrou que os três primeiros componentes principais foram responsáveis por pelo menos 70% da variância total e as características mais importantes para o primeiro componente principal entre machos e fêmeas foram as mesmas. Contudo, as características de espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura na garupa e marmoreio se mostraram mais correlacionadas entre si e com as demais, indicando que a seleção para estas características também irá selecionar animais superiores para as demais.

Palavras-chave: Análise de agrupamento. Bovinocultura de corte. Carcaça. Componentes principais. Melhoramento animal

ABSTRACT

Carcass traits predicted by ultrasonography have been considered in genetic evaluation programs for beef cattle, seeking high quality carcasses, through investment in genetic improvement, nutrition and animal welfare. The present work aimed to evaluate the weight ratios in different ultrasound measurements during the yearling in a beef cattle system in Nellore cattle and the influence of sex on ultrasound measurements. The study was carried out using pedigree and performance information from the Projeto Nelore Birigui herd, using information from calves from the years 2020 and 2021. at 205 days of life. The measurements were: loin eye area, loin eye area for 100 kg of live weight, subcutaneous fat thickness, subcutaneous fat thickness for 100 kg of live weight, rump fat thickness, degree of marbling, width ratio and sirloin height and yearling weight. This information was subjected to cluster and principal component analysis according to the sex of the animals. Male Nellore animals belonging to group 3 were superior for most characteristics compared to the others, except for loin eye area per 100 kg of live weight. However, the females did not present a superior group than the others, since the characteristics of carcass and weight at 450 days were heterogeneous and well distributed among all. With regard to the sex effect, all the characteristics evaluated in the animals were different between male and female animals, except ribeye area for 100 kg of live weight. The characteristics that showed the most moderate and high correlations were subcutaneous fat thickness and loin eye area, thus being able to select them and, consequently, the others will be improved in male and female animals of the Nellore breed. Regarding the principal component analysis, the characteristics most correlated with the first principal component were marbling, subcutaneous fat thickness and subcutaneous fat thickness for 100 kg of live weight. The principal components analysis of the sex effect showed that the first three principal components were responsible for at least 70% of the total variance and the most important characteristics for the first principal component between males and females were the same. However, the characteristics of subcutaneous fat thickness, rump fat thickness and marbling were more correlated with each other and with the others, indicating that the selection for these characteristics will also select superior animals for the others.

Keywords: Animal breeding. Beef cattle. Carcass. Cluster analysis. Main components

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Bovinocultura de corte	11
2.2	Características de importância econômica	13
2.2.1	Peso Corporal.....	13
2.2.2	Qualidade de carcaça.....	16
2.3	Características de carcaça e o uso da técnica de ultrassonografia 18	
2.3.1	Características de carcaça	20
2.3.1.1	Características de carcaça mensuradas através da ultrassonografia	20
2.3.1.2	Aplicação da genética correlacionada às características de carcaça	22
2.3.1.3	Resultados obtidos em estudos na avaliação de carcaça	23
2.4	Efeito sexo	24
2.5	Análise multivariada - agrupamento e componentes principais	25
3	OBJETIVOS	29
3.1	Objetivo geral	29
3.2	Objetivos específicos	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	Informações dos animais	30
4.2	Análise estatística	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAOSTAT (FAOSTAT, 2022), o Brasil é o segundo maior produtor de carnes bovina do mundo. Entretanto, a maior parte da carne brasileira produzida é considerada *commodity*, sendo assim, é uma carne comum, proveniente de produções não padronizadas. Nos últimos anos o mercado demanda carcaça com alta qualidade, o que faz com que os produtores se preocupem com suas atividades e passem investir mais em melhoramento genético, nutrição e bem-estar de seus rebanhos. Com isso, o produtor deve estar preocupado em produção e qualidade de seus produtos (PISTILLO *et al.*, 2022).

Durante os últimos 20 anos, o consumo de carne em todo o mundo aumentou consideravelmente e o aumento da população mundial com as projeções de um crescimento contínuo até pelo menos 2050 chegando a 9,7 bilhões em 2050 (ONU, 2017) necessita de um aporte proteico mais nutritivo e consequentemente uma demanda crescente de carne e derivados.

As relações entre os diversos atores da indústria da carne mudaram, a segurança alimentar as preocupações aumentaram, os mercados de carne tornaram-se mais complexos, mudando relações entre demanda e oferta, influenciando dramaticamente o consumo e os preços. Hoje em dia, no consumo de carne, as tendências são cada vez mais influenciadas pela percepção do consumidor sobre a qualidade e segurança da carne e demais produtos de origem animal (GIACOMAZZI; TALAMINI; KINDLEIN, 2017).

O grau de satisfação dependendo de vários fatores é influenciado por informações do rótulo e as mais exigidas pelos consumidores são cada vez mais relacionados com a segurança alimentar e valor nutricional, bem como especificações de qualidade (ARAÚJO *et al.*, 2022). O modelo de comportamento do consumidor de carne dependendo de fatores individuais relacionados aos aspectos culturais, especificações do sistema de produção, informações sobre a qualidade do produto a partir de características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais, bem como o preparo, comercialização e rotulagem (NIE *et al.*, 2021).

As tendências futuras requerem a identificação dos aspectos de qualidade relacionados com a informação de rotulagem e marcas comerciais susceptíveis com crescente interesse para a produção de carne, aceitação da indústria e dos

consumidores ao setor de carnes para identificar áreas de foco e garantindo a confiança do consumidor na qualidade de carne e produtos de origem animal mantendo e aprimorando os padrões de consumo atuais e futuros, particularmente em carnes bovina, suína ou de aves (PETRESCU; VERMEIR; PETRESCU- MAG, 2020).

Diante desse cenário para o mercado da carne com qualidade diferenciada, os programas de melhoramento estão utilizando informações das características de carcaça tomadas em tempo real, por meio da técnica de ultrassonografia. O maior desafio no futuro próximo para o setor de carnes indústria está enfrentando como produzir carne de forma sustentável adequada e responder as exigências do consumidor moderno.

O estudo busca relacionar a característica de peso ao sobre ano e as medidas de ultrassonografia em um rebanho de bovinos Nelore, por meio de análise multivariada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bovinocultura de corte

A produção de bovinos de corte é uma das atividades mais importantes dentro do agronegócio, categoria esta que está presente em todos os estados brasileiros. Com um alto índice de bovinos por todo território nacional e também vários tipos de sistemas de produção, o ramo da bovinocultura de corte chama a atenção de quem pretende desenvolver à atividade.

Em um âmbito mundial o Brasil ocupa uma posição de destaque no ranking em praticamente todos quesitos, produção, exportação, consumo e rebanho comercial. O Brasil destaca-se por ser o segundo maior produtor e terceiro maior consumidor da carne bovina, também ocupa espaço como maior exportador mundial de carne in natura e por possuir o maior rebanho comercial de bovinos de corte do mundo, dados estes da USDA (USDA, 2018).

Neste sentido, no ano de 2019, a pecuária de corte movimentou R\$ 913,14 bilhões, incluindo todos os setores da cadeia produtiva e parte desse aumento se deve ao crescimento do PIB da pecuária que teve um crescimento levemente significativo com R\$ 243,18 bilhões apenas com faturamento, sendo 80% com gado abatido (R\$ 192, 58 milhões) (ABIEC, 2022).

Para chegar a este patamar, dentro da bovinocultura de corte brasileira foi necessário estudos e trabalhos para o progresso genético dos rebanhos, foi atribuído procedimentos de seleção em compilação com melhorias na nutrição e manejo dos animais. Para que tenha sucesso no progresso genético dos animais trabalhados, é imprescindível que esses progressos sejam dotados de bons índices zootécnicos e, como principal, o índice de reprodução (BOLIGON; ALBUQUERQUE, 2010).

Campos *et al.* (2013) ressaltaram que no cenário econômico nacional a bovinocultura de corte tem grande importância, refletindo diretamente na maximização da produção e também nos índices zootécnicos que garantem o nível produtivo. A aferição do grau de eficiência do manejo para cada fase da bovinocultura de corte é realizada através da utilização dos índices zootécnicos.

Em concordância com Alencar e Barbosa (2010), para garantir uma disponibilização segura de produtos de qualidade e com preços acessíveis, é

necessário a cadeia produtiva de bovinos de corte tenha bom desempenho e alta eficiência. Como consequência deste cenário, para o objetivo ser atingido deve-se alcançar uma maior eficiência nos sistemas de produção de carne, mas, para isso é necessário haver um aumento no potencial genético dos animais.

Segundo Barbosa (2002), de modo geral, “não há um sistema melhor” e sim, um sistema que atenda às necessidades da propriedade e do animal, neste sentido, os sistemas mais eficientes são aqueles que conseguem otimizar os recursos genéticos, recursos ambientais e também manter a interação entre ambos recursos e o manejo em cada um dos três elementos imprescindíveis para o ciclo de produção, são eles: reprodução, produção e produto, onde a reprodução tende à aumentar o número de animais, a produção visa o crescimento dos animais e o produto quer melhoria na qualidade.

Neste segmento, das várias maneiras de se utilizar a diversidade de recursos genéticos, traz como consequência o vasto leque de opções de escolha à sistemas de produção. Por conseguinte, uma alternativa para conseguir amenizar o tempo de permanência dos animais na propriedade é a utilização animais de raças taurinas, estes animais possuem maior potencial para crescimento, sendo assim, aumentando a produtividade. De forma contínua, os bovinos taurinos possuem uma baixa adaptabilidade em ambientes tropicais, o que diminui a utilização desses animais em larga escala, sendo restringindo às regiões sul e sudeste do Brasil devido suas temperaturas mais amenas (MARCONDES *et al.*, 2011).

De modo geral, independente da estratégia escolhida a ser utilizada, a visão do sistema de produção como um todo é um aspecto indispensável na utilização dos recursos ambientais e genéticos para produção da bovinocultura de corte, isto é, da concepção do bezerro até o consumo da carne. Para o sucesso de quaisquer sistemas de produção é necessário a eficiência dos três elos (reprodução, ganho de peso e qualidade de carcaça), sabendo disso, as estratégias devem ser avaliadas de acordo com a eficiência do sistema de produção como um todo, não apenas avaliar um ou dois componentes de eficiência produtiva, pois, assim pode ser conduzido a uma discussão quanto à eficiência econômica do sistema de produção.

De acordo com Dickerson (1969), diferentes alternativas de seleção

(escolha dos pais da próxima geração) estão inteiramente envolvidas em estratégias para utilização dos recursos genéticos. Dentro das raças puras é feita a seleção embasada num modelo aditivo simples de acordo o tipo de ação gênica. Em concordância com a teoria, a prática da seleção de raças puras na maioria das vezes gera ganhos genéticos próximos dos ganhos previstos de acordo com as expectativas teóricas. Em contrapartida, o cruzamento é apontado como uma alternativa à seleção.

Por tanto, essas alternativas (seleção e cruzamentos) devem ser ressaltadas que não são mutuamente exclusivas. Com isso, seja qual for o sistema de cruzamento utilizado, ou esquema para formação de novas raças, é dependente dos programas de seleção para raças puras. De acordo com estudos, combinações de animais de raças taurinas ou europeia com animais zebuínos demonstram melhores alcances nos índices produtivos, isso é devido a complementariedade das raças que é fundamental para o ápice do sucesso nos cruzamentos (BARCELLOS, 2017).

2.2 Características de importância econômica

2.2.1 Peso Corporal

Em programas de melhoramento genético na bovinocultura de corte brasileira, características são utilizadas na seleção, características essas de crescimento como o peso corporal (BORBA *et al.*, 2011), isso ocorre por serem consideradas características de fácil obtenção e também com grande importância na avaliação de eficiência do rebanho nos diversos sistemas de produção existentes (MERCADANTE *et al.*, 2004).

Peso e ganho de peso diário são características relacionadas ao crescimento do animal, essas estão presentes ao longo da vida do animal em diferentes idades e conseqüentemente possuem uma grande importância nos sistemas de produção da bovinocultura de corte. Características como estas são de mensuração facilitada porque não tem grande interferência no manejo dos animais, os custos são de baixo valor e também podem ser mensuradas desde o início da vida dos animais (nascimento) até o fim de suas vidas (abate). Por isso, normalmente estas são utilizadas como critério para seleção de animais nos

programas de melhoramento genético para bovinos de corte com o intuito de maximizar a produção de carne (COSTA, 2019).

Em programas de melhoramento genético, características de crescimento, pesos à desmama e sobreano e também ganho de peso em diferentes idades destacam-se como critério de seleção, pois são excelentes indicadores do potencial para crescimento dos animais (LAUREANO *et al.*, 2011). Neste mesmo contexto, velocidade no crescimento é uma característica que o mercado está exigindo cada vez mais, ou seja, estão em busca de animais que tem um menor tempo de permanência na propriedade, seja em confinamento ou pastagens, desde que o ciclo de produção seja encurtado e resulte em um retorno econômico melhor (BOLIGON *et al.*, 2009).

Neste sentido, o ganho genético para tais características é de alta relevância, então, quanto maior o ganho genético, menor será o tempo necessário para produção da mesma quantidade de características, o que infere diretamente na redução dos custos de produção e/ou no aumento da receita bruta (PEREIRA, 2008). Sabendo disso, diminuir o intervalo de gerações é uma prática bastante utilizada e muito importante nos programas de melhoramento genético na bovinocultura de corte e assim, há um aumento no ganho genético para as características de peso, isso sendo considerado os objetivos adotados na propriedade através do programa de melhoramento genético.

Nos sistemas de produção de bovinos de corte, peso corporal e ganho de peso diário são características inteiramente ligadas à eficiência econômica, especialmente se for considerado a produção de bovinocultura de corte, a qual tem o peso final de animais que são destinados ao abate como o principal retorno econômico (NICHELE *et al.*, 2015). Por tanto, o retorno financeiro será melhor de acordo com o peso e a qualidade da carcaça destes, uma vez, que, estes animais forem mais pesados e com uma melhor qualidade de carcaça.

2.2.1.1 Peso ao Sobreano

O peso ao ano e ao sobreano (PS) é uma das características mais atrativas para os produtores. Porque estão intrinsecamente ligadas ao peso do animal e demonstram o potencial genético do animal para ganho de peso após a desmame, apesar de essas características terem pouca influência materna à medida que a idade do animal avança (BUNGENSTAB, 2013).

Diferenças de manejo, condições climáticas, regiões geográficas, saúde, ano de nascimento, variabilidade genética dentro do rebanho, entre outras, têm sido citadas como fontes de heterogeneidade nas variações. A não contabilização dos contrastes de variabilidade entre rebanhos, ou até mesmo dentro de outros níveis de validação de dados, tem resultado numa concentração de animais selecionados em rebanhos com maior expressão de variabilidade fenotípica, o que reduz o ganho genético da população quando a alta intensidade da seleção é reduzida (CAMPELO *et al.*, 2003). Segundo Hill (1984) e Vinson (1987), a heterogeneidade de variância pode ser um grande problema quando existir apenas heterogeneidade residual.

Segundo Diaz (2009), a classificação dos genótipos não é alterada quando a heterogeneidade de variâncias provoca uma alteração de escala e se a mudança no desempenho for significativa, resultará em uma mudança na classificação do genótipo, que é o tipo de interação genótipo mais relevante do ponto de vista da seleção.

Muitos estudos analisaram o impacto da interação genótipo - ambiente no desempenho de genes em vários ambientes usando estudos de heterogeneidade de variância e correlações genéticas para ganho de peso. Um dos métodos para calcular a importância da presença de uma interação genótipo-ambiente é usar a correlação genética. Como dito anteriormente, essa interação é avaliada por meio de uma correlação genética entre medidas de uma mesma característica em vários ambientes. Coeficientes de correlação abaixo de 0,80 indicam a presença de uma interação genótipo-ambiente significativa (DIAZ, 2009).

Como resultado, os resultados díspares encontrados na literatura constatarem visivelmente a necessidade de avaliar a ocorrência e o impacto da interação genótipo-ambiente na seleção de animais em diversas partes do país, com

finalidade de obter resultados mais precisos nas avaliações genéticas e ter esses traduzido de região para região.

2.2.2 Qualidade de carcaça

Qualidade da carcaça do bovino é uma característica totalmente ligada ao interesse econômico, neste âmbito as variáveis que envolvem a carcaça relacionam à eficiência de produção e na qualidade da carne (LEME *et al.*, 2000). Músculos, ossos e gordura subcutânea são características avaliadas na carcaça que são responsáveis por garantir melhores condições de armazenamento e palatabilidade, contudo, a carcaça deve apresentar o mínimo de ossos, máximo de músculos e também uma quantidade ideal de gordura subcutânea (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

São de interesse econômico animais mais pesados e com melhor acabamento de carcaça, sendo assim, os sistemas de produção fazem com que os animais chegam ao abate mais pesados, por consequência esses animais possuem maiores pesos de carcaça, o que faz estes bovinos possuírem uma melhor conformação e melhor cobertura de gordura, características estas que são associadas diretamente ao valor comercial.

Em continuidade, as características de carcaça e a seleção de animais mais eficientes podem estar ligadas diretamente com a eficiência alimentar podendo causar uma redução das características e principalmente redução de deposição de gordura corporal (GOMES, 2015). Portanto, ressalta-se a importância da identificação dos fatores atuantes à carcaça, assim como a padronização desta, otimizando o processo dos produtos cárneos, para não correr o risco de produzir um animal que não seja eficiente e também recompensado por sua carcaça e não dê lucros ao produtor.

A área do *longíssimus dorsi*, também chamada de olho de lombo, está diretamente relacionado à quantidade de músculo na carcaça, principalmente no lombo e redondo, e deve ser considerado em estudos com animais como um indicador do desenvolvimento muscular e rendimento de cortes de alto valor (WILLIAMS, 2002).

De acordo com Louvandini *et al.* (2006), a análise dos componentes do

músculo *longissimus dorsi* na 12^a costela são bons indicadores de rendimento e composição dos cortes da carcaça, permitindo a comparação de diferentes grupos genéticos e práticas de manejo utilizadas. E, juntamente com a espessura da gordura subcutânea sobre o músculo bíceps femoral na garupa, essas medidas podem ser empregadas na identificação do melhor ponto de abate para os animais de acordo com as exigências específicas do mercado.

Segundo Smith *et al.* (2009) e Gomes *et al.* (2009), quanto maior a quantidade de energia de consumo, maior a espessura de gordura subcutânea e, conseqüentemente, mais gordura intramuscular será depositada na carne, resultando em maior maciez da carne em produto final, um fator importante para os consumidores. As carcaças bovinas apresentam muitas diferenças e a falta de padronização para os níveis de SFT em bovinos confinados geralmente resulta em reduções na qualidade da carcaça e da carne devido ao resfriamento, escurecimento e encurtamento das fibras musculares e maior teor de gordura e a espessura de gordura subcutânea excessiva também podem reduzir o rendimento de carcaça (LAWRIE, 2005).

A gordura intramuscular (IMF) é a quantidade de gordura visível que se localiza entre diferentes fibras musculares esqueléticas em um mesmo corte (HOCQUETTE *et al.*, 2010). O marmoreio é definido como o aparecimento de manchas brancas visíveis ou faixas de IMF, detectadas visualmente entre os feixes de músculos (LEE *et al.*, 2018) e frequentemente avaliadas por ultrassonografia ou avaliadas visualmente por avaliadores treinados na interface do músculo esquelético (HARRIS *et al.*, 2018; NGUYEN *et al.*, 2017).

O teor de FMI na carne, incluindo nos tecidos musculares esqueléticos, *longissimus lumborum*, *biceps femoris*, *infraspinatus* *supraspinatus* e *semitendinus*, é um dos fatores vitais que influenciam a palatabilidade e a qualidade da carne bovina (CHEN *et al.*, 2019; HARRIS *et al.*, 2018). O marmoreio tem uma correlação positiva com as características sensoriais da carne, incluindo suculência, cor, maciez e sabor (STEWART *et al.*, 2021).

Além disso, teores mais elevados de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) em IMF em comparação com depósitos de gordura visceral e subcutânea são benéficos para a saúde humana (NGUYEN *et al.*, 2017). Portanto, uma série de estudos foram conduzidos recentemente com o objetivo de aumentar os níveis de

marmoreio em ruminantes (LEE *et al.*, 2018; LADEIRA *et al.*, 2018; NGUYEN *et al.*, 2017). Em alguns mercados, como Japão, Austrália e Coreia do Sul, o escore de marmoreio (MS) é considerado um dos critérios fundamentais na classificação do grau de qualidade da carne bovina (CHEN *et al.*, 2019; HOLLÓ *et al.*, 2018; LADEIRA *et al.*, 2018).

2.3 Características de carcaça e o uso da técnica de ultrassonografia

Embora, qualidade e quantidade de carne sejam características de carcaça fundamentais no mercado da carne e tendo uma grande importância econômica devido às exigências do mercado consumidor, a falta de padronização das carcaças ainda segue sendo um grande desafio para a indústria de carne bovina no Brasil. Por esse motivo as carcaças devem ser consideradas nos programas de melhoramento genético da bovinocultura de corte, com o intuito de ter um melhor retorno monetário (ZUIN *et al.*, 2012).

Mesmo com a grande importância das características de carcaça para os sistemas de produção de carne, estas são de mensuração difíceis post-mortem e/ou com um alto custo para essa análise, o que acaba por limitar ganhos genéticos para tais características. A seleção genômica demonstra-se diante desse cenário sendo uma importante ferramenta para melhores resultados nas acurácias em avaliações genéticas (FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2016).

Neste sentido, a eficiência alimentar pode estar diretamente ligada às características de carcaça e também à seleção para animais mais eficientes podendo causar uma redução dessas características, sendo a principal característica a ser acometida é a deposição de gordura corporal (GOMES, 2015).

As características a serem avaliadas através da carcaça tem como objetivo a mensuração do nível de musculabilidade através da área de olho de lombo (AOL), o acabamento da carcaça através da espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura da garupa (EGP8), grau de marmorização (MAR). Para realizar essas medidas é realizada a leitura da imagem de um corte transversal do músculo *longissimus dorsi*, este feito na região da 12^a – 13^a costelas, isso para avaliação de AOL e EGS, e para a avaliação do MAR é posto um transdutor disposto longitudinalmente entre a 11^a até a 13^a costela a fim de fazer a leitura (HERRING *et al.*, 1998; PERKINS; GREEN; HAMLIN, 1992; PERKINS *et al.*,

1992; WILSON, 1992).

Como o peso por si só não é um fator determinante ideal para o valor de um animal de produção de carne, ainda, estudos e trabalhos são realizados afim de encontrar melhores tecnologias e mensurações com o intuito de indicar com maior e melhor precisão a composição da carcaça. Em conseguinte, o uso do ultrassom na avaliação de carcaças consolidou-se como uma técnica viável, não invasiva, não destrutiva, acurada e com um valor econômico aceitável para tal função (MARQUES, 2011).

De um modo geral, informações obtidas através das ultrassonografias podem complementar avaliações realizadas rotineiramente na propriedade. Sendo assim, com um maior número de informações que são destiladas dos animais, a compilação destes dados para uma tomada de decisão do produtor se torna mais fácil e o processo em atender os objetivos dos sistemas de produção se tornam mais positivos, certamente estes são mais coerentes e acurados. Diante do cenário da pecuária de corte nacional, a utilização do ultrassom para obtenção de dados referentes à carcaça é um processo de grande inovação tecnológica e importância.

As medidas ultrassônicas de regiões anatômicas específicas, comparáveis às observadas na carcaça, podem ser utilizadas como preditores de peso e porcentagem de carne. Além disso, permitem o teste de modelos preditivos em animais vivos, o que reduz o tempo necessário para obter essas informações em comparação com as medições tradicionais feitas na carcaça após a morte do animal.

A ultrassonografia que é obtida através do uso do aparelho de ultrassom e, é reconhecida por ser uma técnica que envolve a emissão de ondas sonoras de alta frequência acima do limiar auditivo de uma pessoa (16.000 ciclos por segundo) enquanto está em contato com elas. Os pulsos de ultrassons são gerados num transdutor através de vibrações de cristais piezoelétricos, que geram um campo elétrico quando submetidos à pressão. Como resultado, os pulsos são transmitidos pelos dedos até chegarem a algum tipo de interface. Em um novo tecido (de densidades variadas), certas ondas mecânicas continuam a penetrar enquanto outras são refletidas de volta ao transdutor. A energia mecânica gerada é convertida em energia elétrica, depois processada e apresentada em diversos

formatos (WILSON, 2002).

Geralmente, frequências que variam de 1 a 5 mega-hertz são usadas para avaliar animais vivos (Mhz). Para a avaliação de carcaças as frequências de 3 a 3,5 Mhz são as mais utilizadas, consentindo a identificação quantitativa do tecido muscular e adiposo em animais vivos (VENERONI, 2010).

No Brasil, a ultrassonografia tem se mostrado eficaz na detecção de animais prontos para o abate, com mínima gordura subcutânea e qualidade de carcaça adequada. Além disso, a técnica pode auxiliar na seleção de animais geneticamente superiores, tanto em termos de musculabilidade quanto de maturidade (SUGUISAWA, 2002).

Entre as vantagens do uso da ultrassonografia estão: (a) menor custo de avaliação individual do que o teste de progênie tradicional, sem a necessidade de abater a prole dos animais para medidas de carcaça, e com resultados comparáveis (SAINZ; ARAUJO, 2002); e (b) menor custo de avaliação individual do que o tradicional teste de progênie (SAINZ; ARAUJO, 2002). (b) uma forte ligação entre medições de ultrassom e medições feitas diretamente no automóvel (SILVA *et al.*, 2003). (c) As características da carcaça podem ser medidas em qualquer idade, desde a infância até a idade adulta; (d) a capacidade de avaliar geneticamente reprodutores antes do primeiro acasalamento; (e) grupos contemporâneos com maior número de animais, devido à capacidade de avaliar animais vivos para outras características (VENERONI, 2010).

2.3.1 Características de carcaça

2.3.1.1 Características de carcaça mensuradas através da ultrassonografia

Área de olho-de-lombo (AOL): mensuração dada em centímetros quadrados (cm²), é indicativo de ganho de peso, musculabilidade e rendimento de carcaça. Essa característica é de importância econômica que por consideração engloba ganho de peso diário, musculabilidade, rendimento de carcaça e também proporção de cortes primários (YOKOO *et al.*, 2011).

Espessura de gordura subcutânea (EGS): é fornecida em milímetros (mm), tem como predição é a precocidade de acabamento da carcaça. Esta é de grande importância em relação ao resfriamento intenso das câmaras frigoríficas, que por

sua vez, essa característica é necessária para proteção da carcaça. A EGS é medida entre a 12^a e 13^a costelas, que por vez este é o último sítio de deposição de gordura, sendo uma medida mais precisa da cobertura de gordura na carcaça inteira (YOKOO *et al.*, 2011).

Espessura de gordura na garupa ou na picanha (EGG): característica fornecida em milímetros (mm), a mesma é um indicativo de precocidade de acabamento da carcaça assim como o EGS. Essa característica é mensurada na garupa/picanha, e não é indicativo da cobertura completa da carcaça (YOKOO, *et al.*, 2011).

Marmoreio ou gordura intramuscular (MAR%): este dado é obtido através de escore e em porcentagem de lipídeos, a mesma é responsável por dar suculência e sabor à carne. Esta qualidade é necessariamente remunerada por alguns mercados mais exigentes (YOKOO *et al.*, 2011).

Relação: altura x largura da AOL (Ratio): é a relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL), a predição dessa característica é obtida para reduzir a influência de animais, que mesmo possuindo um valor alto de AOL, não apresentem preenchimento de carne na carcaça, como a raça Holandesa. Para predição da musculosidade do animal é uma medida de extrema importância, mas ainda é exclusiva de algumas empresas (AGRON, 2014).

Uma vantagem significativa desta técnica é que quando as medições são cometidas diretamente na carcaça dos animais abatidos, há o encolhimento das fibras musculares no decorrer do resfriamento da carcaça e também há a retirada da carcaça da gordura subcutânea no momento da esfolagem e isso pode levar a uma perda de variabilidade genética da gordura, na AOL e na gordura subcutânea, resultando em estimativas de herdabilidade mais baixas em relação àquelas observadas quando as medidas são realizadas com um ultrassom em tempo real em animais vivos (GREINER *et al.*, 2003).

Através da ultrassonografia pode-se obter medidas de carcaça que podem ser utilizadas nas equações para predizer a composição corporal in vivo do animal, considerando a proporção de carne comestível – RCC% (WILSON *et al.*, 1998) também rendimento de carcaça (GREINER, 1997; MAGNABOSCO *et al.*, 2003) anteriormente ao abate.

O grau de acabamento da carcaça pode ser regulado através técnica do

ultrassom, bem como a definição do ponto exato de abatimento, reduzindo os custos de produção. Pode ser utilizado por produtores que estão trabalhando com prazo e desejam planejar o tempo e a porcentagem de animais que deverão ir para o abatedouro, evitando gastos desnecessários com alimentação e cuidados.

2.3.1.2 Aplicação da genética correlacionada às características de carcaça

A economia da indústria de carne bovina brasileira pode ser impulsionada através da seleção destas características que podem auxiliar na aquisição de maior homogeneidade das carcaças produzidas em âmbito nacional (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). De acordo com estudos sobre a compilação de características da carcaça e do crescimento obtidas através de ultrassonografia demonstram que as características de crescimento, exemplificando os pesos em diferentes idades, apresentam correlações genéticas próximo a zero, tendo uma espessura de gordura subcutânea positiva, porém, com magnitude moderada para área de olho-de-lombo (MEYER *et al.*, 2004; YOKOO *et al.*, 2006, 2010).

De acordo com estudos sobre correlações genéticas entre características de carcaças preditas via ultrassonografia e também altura do posterior (ATL), em animais *Bos Taurus indicus* (zebuínos) criados em áreas de clima tropical, Yokoo *et al.* (2010), descreveram um relato de uma baixa combinação entre área de olho de lombo (AOL) e altura do posterior (ATL), e também correlações genéticas negativas e correlações moderadas para a associação das espessuras de gordura subcutânea (EGS) e a altura (ATL).

O trabalho realizado pelos mesmos apresentou alcances nos progressos genéticos em características de carcaça mensuradas através do ultrassom, essas não causando antagonismo no peso, da qual, a seleção para aumento de peso a longo prazo deve haver a correlação de uma resposta incrementada às características de AOL e da ALT (YOKOO *et al.*, 2010).

Além do mais, a seleção para características de altura para animais acima da média deve ocasionar por respostas correlacionadas à animais que tem uma terminação mais tardiamente em parâmetros de gordura subcutânea ao sobreano. Neste sentido, é esperado que animais mais precoces no quesito terminação de carcaça, ou precoces sexualmente, pois a ovulação destes é regulada pelo balanço energético corpóreo (BRONSON; MANNING, 1991).

Em estudos, a análise de estimativas de correlações genéticas de carcaça preditas através de ultrassom e perímetro escrotal (PE) nas raças Hereford (MEYER *et al.*, 2004) e, Nelore (BARBOSA *et al.*, 2005; YOKOO *et al.*, 2006, 2010) indicaram que a seleção para as características de carcaça AOL, EGS e EGP não terá correlação direta com o perímetro escrotal capaz de afetar o mesmo.

2.3.1.3 Resultados obtidos em estudos na avaliação de carcaça

Com relação ao abate dos animais, avaliações que implicam em relação à mesma são desvantajosas, porque assim, animais não podem ser testados como respectivos reprodutores e não poderão ser incluídos no processo de seleção. Através da mensuração por meio da ultrassonografia *in vivo* nas regiões de AOL (área de olho de lombo), EGS (espessura de gordura subcutânea) e EGP (espessura de gordura subcutânea na garupa) é de passível conhecimento do nível de musculosidade, também possível mensuração da quantidade de gordura de acabamento, em seguinte o grau de marmorização da carne (YOKOO *et al.*, 2009).

Na avaliação via ultrassom, Caetano *et al.* (2013) obtiveram valores da correlação genética entre área de olho de lombo (AOL) e ganho de peso diário do nascimento aos 120 dias de idade (GP1), os valores foram $0,41 \pm 0,06$. Já na estimativa de correlação genética entre espessura de gordura subcutânea (EGS) e GP1 foi de $0,08 \pm 0,06$.

Portanto, averiguou-se que a seleção para maior ganho de peso diário do nascimento aos 120 dias de idade tende a favorecer o aumento da área de olho de lombo, porém a espessura de gordura subcutânea poderia responder lentamente ao processo de seleção. De baixa magnitude acordado com os autores, a correlação genética entre os ganhos de peso diário no pré e pósdesmame foram ($0,18 \pm 0,05$), incitando que a seleção para GP1, tem baixa correlação genética linear com o ganho de peso diário dos 210 aos 365 dias de idade.

Zuin *et al.* (2012) evidenciaram que correlações genéticas de peso dos animais aos 210 ($0,69 \pm 0,06$) e 365 ($0,55 \pm 0,05$) dias de idade, relacionadas a área de olho de lombo (AOL) mostram ser favoráveis e positivas, mostrando que as

características analisadas podem ser controladas pelos mesmos genes, no entanto, conclui-se, que, o aumento da AOL pode ser favorecido através da seleção para o peso corporal destas idades.

2.4 Efeito sexo

O sexo do animal influencia o seu crescimento e, conseqüentemente, as características e qualidade da sua carne. Está bem documentado que os machos inteiros (não castrados) tendem a ter um crescimento mais acelerado do que os castrados, têm maior área de olho de lombo e maior percentagem de músculo, conseqüentemente, menos gordura subcutânea, menos gordura intramuscular e menor grau de marmorização. O efeito do sexo também influencia na composição da carcaça e, conseqüentemente, na maciez da carne, contribuindo para alguma variação em sua qualidade (ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

De acordo com Berg e Butterfield (1976), relataram que animais com sexos diferentes chegam ao ponto de abate com pesos ou idades diferentes. Como exemplo, fêmeas chegam ao ponto de abate com um peso menor que os machos, e como resultado, o peso ótimo para fêmeas é menor que para machos. Em comparação com os novilhos de 2 anos (426,7kg)., Vaz *et al.* (2002), obtiveram maiores pesos de abate em descarte vacas com 8 anos (475kg).

Em estudo de Hedrick, Thompson e Krause (1969), animais machos inteiros tiveram pesos maiores em relação aos animais castrados, e o peso dos machos castrados foi maior que o peso das novilhas de mesma idade, raça e regime alimentar. No mesmo estudo, os machos inteiros resultaram em uma cobertura de gordura menor que os castrados e as novilhas, enquanto as novilhas e os animais castrados tiveram resultados idênticos. Vaz *et al.* (2002) também descobriram uma cobertura semelhante de gordura entre novilhos (5,44 mm) e descarte vacas (5,83mm).

Whipple *et al.* (1990) verificaram que as fêmeas apresentaram maior cobertura de gordura (1,55cm) em relação aos animais machos castrados (1,16cm), ambas categorias com idades compreendidas entre os 17 e os 18 meses. Nos estudos de Hedrick, Thompson e Krause (1969) e Seideman e Crouse (1986), os machos em geral tiveram um olho de lombo maior do que os castrados, e os novilhos de dois anos compararam as vacas do descarte (VAZ *et*

al., 2002).

2.5 Análise multivariada - agrupamento e componentes principais

A qualidade da carne pode ser afetada por uma vasta gama de fatores, incluindo raça, sistema de produção, transporte e abate de animais, bem como técnicas de tratamento post- mortem para carcaças e carnes. Diferentes tipos de análises, sejam físicas, químicas ou sensoriais, são necessárias para descrever as características qualitativas da carne.

O processamento dos dados obtidos por esses métodos, juntamente com os dados gerados na produção dos animais, permite obter informações vitais sobre cada variável isoladamente. No entanto, à medida que cresce o número de variáveis analisadas, esse procedimento torna-se mais demorado e aumenta a necessidade de tempo. Além disso, avaliar as variáveis uma a uma não fornece uma visão holística das inter-relações entre as variáveis, muito menos a capacidade de agrupar aquelas que possuem comportamentos semelhantes.

Para tornar isso possível, métodos estatísticos multivariáveis como análise de componentes principais (PCA) e agrupamento não hierárquico (K-means) podem ser usados (VICINI, 2005). A técnica Análise de Componentes Principais (ACP) é um dos métodos estatísticos multivariáveis. É o mais antigo, mais conhecido e o que tem mais exemplos de aplicação em Geociências. Seus conjuntos de variáveis são um conjunto de variáveis correspondentes a outras variáveis não correlacionadas, chamadas principais, através de combinações lineares das variáveis originais, visando uma redução de componentes dimensionais (HAIR *et al.* 2009).

As análises de agrupamento, muitas vezes conhecidas como análises de cluster ou clusterização, estas são técnicas cujo objetivo principal é assimilar eventos ou variáveis com base em suas características. É um termo para um conjunto de mecanismos estatísticos apurados que são usados para agrupar pessoas sem quaisquer noções pré-concebidas, baseadas apenas em semelhanças e diferenças, ao invés de pré-definir critérios para inclusão em qualquer grupo (HAIR *et al.*, 2009).

A ACP - Análise de componentes principais é definida como uma técnica multivariada de modelagem de estrutura de covariância. Pearson (1901) foi o

primeiro a descrever a técnica, e anos após, Hotelling (1933, 1936) foi o segundo, tendo como objetivo analisar estruturas de correlação. ACP é um método de análise estatística multivariada que torna - se um grande número de variáveis inicialmente não relacionadas em um número menor de variáveis não relacionadas que incluem a maioria dos dados originais.

Análise de componentes principais (ACP) é a técnica de maior conhecimento e está intrinsecamente ligada à ideia de reduzir o volume de dados e minimizar a perda de dados. No entanto, para abordar a maioria dos problemas práticos, é necessário ter uma visão holística se possível de todas técnicas utilizadas em estatística multivariada ou pelo menos quase todas. Tentar regular a variação observada nos eixos originais com o intuito de obter uma coleção de eixos ortogonais não relacionados (MANLY, 1986; HONGYU, 2015).

ACP é um método estatístico de multivariada que resume - se em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis com a mesma dimensão, denominados componentes primários. Os componentes primários têm propriedades cruciais: cada componente é uma conjunção linear de todas as variáveis originais, que são independentes umas das outras e são estimadas com o objetivo de obter a maior quantidade de informações, em termos de total variação integrada nos dados (JOHNSON; WICHERN, 1998; HONGYU, 2015).

A principal análise de componentes principais é a explicação de uma variância de um vetor aleatório específico, composto de p -variáveis, através de variáveis lineares variáveis alternativas das variáveis originais. Principais componentes, lineares são chamadas de não são correlacionadas entre si (SANDANIELO, 2008).

Essa técnica pode ser usada para gerar índices e agrupar pessoas. A ACP faz o agrupamento dos indivíduos de acordo com sua variação, ou melhor dizendo, os indivíduos são agrupados de acordo com suas diferenças, ou seja, de acordo com seu comportamento dentro de uma determinada população, representado de acordo com a variação do conjunto de características que definem o indivíduo, ou, dito de outra forma, a técnica agrupa indivíduos dentro de uma população de acordo com suas diferenças, ou, em outra linguagem, a técnica agrupa indivíduos dentro de uma população de acordo com suas diferenças.

Segundo Kubrusly (2001), selecionar os pesos ou ponderações das variáveis de forma que traduzam a informação contida na variável é necessário para estabelecer um índice que possa ordenar um grupo de n objetos segundo critérios definidos por um grupo de m variáveis apropriadas. É desejável que um índice construído como uma combinação linear de variáveis tenha o máximo de informações fornecidas pelas variáveis selecionadas. A análise de componentes primários é um método para criar combinações lineares com maior variância (SANDANIELO, 2008).

Regazzi (2000), afirma que, mesmo as técnicas para a análise de multivariadas serem objetivadas em solucionar problemas específicos, as mesmas podem também ser utilizadas na resolução de outros problemas, um exemplo é a redução da dimensionalidade de variáveis e agrupar indivíduos (observações) com base em semelhanças, em múltiplas áreas do conhecimento, tal como agronomia e fitotecnia.

Baldassini *et al.* (2017) usaram PCA para analisar 12 variáveis qualitativas na carne de um grupo de animais Nelore e descobriram quatro componentes principais que explicaram 66% da variação em todas as variáveis (cada componente sendo uma combinação das variáveis originais). O fato de que 100% da variação dos dados pode ser explicada por 12 componentes é digno de nota; entretanto, o objetivo do PCA é explicar a maior quantidade de informações possíveis juntamente com o menor número de componentes possível, reduzindo a dimensionalidade (n) dos dados e tornando mais simples inferências sobre a variação e as relações.

O método k-means é um dos métodos de análise não hierárquica disponíveis e permite classificar os indivíduos em subgrupos, maximizando a homogeneidade individual, minimizando a variação dentro de cada grupo e maximizando a heterogeneidade (diferenças) e variação entre eles. Também é possível identificar indivíduos e fatores mais semelhantes ao utilizar um ou mais critérios de separação (DING; HE, 2004).

Como resultado, análises multivariadas e de cluster, principalmente PCA e o método k-means, configuram opções para entender o comportamento de diversos fatores de produção, identificar os mais importantes e obter carne que atenda aos critérios desejados.

Para melhorar a qualidade dos estudos, é necessário validar os agrupamentos. Para tanto, há uma variedade de métodos disponíveis, alguns dos quais são simples e utilizam métodos univariados, como comparações de medianas, e outros que utilizam métodos multivariados, como MANOVA, ou análise de variância multivariada. Com o mesmo ideal, métodos mais elaborados foram criados, sendo a correção cofenética, que assemelha as distâncias certas na análise com as distâncias reais entre os elementos. Com a mesma premissa, um gráfico de silhueta determina a qualidade de um conjunto ao determinar se um indivíduo está mais perto de elementos do seu grupo específico ou de elementos de grupos vizinhos (HAIR *et al.*, 2009). De uma forma bem objetiva, a análise multivariada é a obtenção de dados, analisando simultaneamente um objeto sob investigação ou múltiplas medidas em cada indivíduo através de métodos estatísticos. As análises multivariadas tem como principal objetivo a explicação da covariância de um vetor aleatório e a estrutura da variância, sendo este composto por p - variáveis aleatórias através de combinações lineares das variáveis originais. São chamadas de componentes principais, combinações lineares e, essas não são correlacionadas entre si (SANDANIELO, 2008).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O estudo busca relacionar a característica de peso ao sobre ano e as medidas de ultrassonografia em um rebanho de bovinos Nelore, por meio de análise multivariada.

3.2 Objetivos específicos

- Relacionar e reduzir a dimensionalidade das variáveis de medidas de ultrassonografia e peso ao sobreano;
- Identificar a diferença nas medidas de ultrassonografia e peso ao sobreano devidas ao sexo;
- Identificar grupos de indivíduos de acordo com seu peso ao sobreano e suas medidas de ultrassonografia dentro de cada sexo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Informações dos animais

O estudo foi realizado com informações de desempenho de um rebanho da fazenda Projeto Nelore Birigui, localizado no município de Bela Vista, do estado do Mato Grosso do Sul. Apresentam altitude aproximada de 180 metros, coordenadas geográficas de 22^o 06' 32" S e 56^o 31' 15" O e clima monção tropical, de acordo com a classificação de KÖPPEN- GEIGER (BECK *et al.*, 2018).

As informações utilizadas foi o peso ao sobreano (450 dias de idade), área de olho de lombo (AOL), AOL para cada 100 kg de peso vivo (AOL100), relação de altura por largura do *longuissimus dorsi* (Ratio), Marmoreio (MAR), espessura de gordura subcutânea (EGS), EGS para cada 100 kg de peso vivo (EGS100) e espessura de gordura na picanha (EGP). O total de informações utilizadas nas análises foram 458 (271 machos e 187 fêmeas) de rebanho Nelore, as informações coletadas foram dos anos 2020 e 2021.

Todos os animais foram mantidos, do nascimento ao sobreano, em pastagem *Brachiaria brizatha* cv. BRS Piatã, com matéria seca média disponível (MS) de 3.500 kg / MS / ha, 69% do FDN, 53% de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMSD) e 11% de proteína bruta (PB). Com sal mineral *ad libitum* (contendo 34% de proteína bruta, 30% de proteína não N, 6% de Ca, 2% de Ca, 2% de Na, 4% de P, 0,6% de S, 0,6% Mg, 1000 mg / kg Cu, 2.000 mg / kg Mn, 50 mg / kg de iodo, 3.000 mg / kg Zn, 15 mg / kg Se, 200.000 UI / kg de vitamina A,

20.000 UI / kg de vitamina D3, 1000 UI / kg Vitamina E e 1500 mg / kg de monensina) fornecidos pela MUB® Animal Nutrition.

4.2 Análise estatística

Inicialmente, foi realizada a análise de cluster (AC), pelo método de agrupamento não hierárquico k-means (MAQQEEN, 1967) de acordo com o sexo. Dentro de cada grupo de sexo foi realizado para classificar os animais em grupos de acordo com suas semelhanças por meio da distância euclidiana. Como

as características são medidas em escalas diferentes, nesta etapa, todas as características foram padronizadas automaticamente pela função `hclust` do pacote `factoextra` do software R (R Core Team, 2020), com o objetivo de torná-las comparáveis. Após a análise de agrupamento dentro dos animais do mesmo sexo, os grupos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e posteriormente aplicado o teste de Tukey para identificar se os grupos formados eram estatisticamente diferentes entre si (Tabela 1; $P < 0,05$).

Tabela 1 - Valores de médias de machos e fêmeas referente as características de carcaça.

	Machos (Média ± DP)	Fêmeas (Média ± DP)	P-value
P450	449,58 ± 33,20	348,58 ± 31,58	2.2e-16
AOL	76,92 ± 6,91	59,79 ± 6,59	2.2e-16
AOL100	16,90 ± 1,50	16,79 ± 1,87	0.506
EGS	3,22 ± 0,89	5,24 ± 2,03	2.2e-16
EGS100	0,71 ± 0,20	1,46 ± 0,52	2.2e-16
EGP	4,92 ± 0,96	7,47 ± 2,35	2.2e-16
Ratio	0,47 ± 0,03	0,44 ± 0,03	2.2e-16
Marmoreio	2,82 ± 0,66	3,59 ± 0,48	2.2e-16

P450 = Peso aos 450 dias (sobreano); AOL = Área de olho de lombo; AOL100 = Área de olho de lombo aos 100 kg de peso vivo (PV); Ratio = relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL); MAR = Marmoreio; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGS100 = Espessura de gordura subcutânea aos 100 kg de peso vivo (PV); EGP = Espessura de gordura na picanha.

Para o estudo das relações entre as variáveis no estudo foi realizado a análise de correlação de Pearson de acordo com o sexo dos animais. Posteriormente foi realizada a análise de componentes principais (PCA), esta consiste em transformar um conjunto de variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_p em um novo conjunto de variáveis Y_1 (PC1), Y_2 (PC2), \dots, Y_n (PCn), sendo definido um novo conjunto de p variáveis não correlacionadas entre si e arranjadas numa ordem decrescente de variâncias (KADEGOWDA *et al.*, 2008).

Desse modo, maior parte da variância dos dados são explicadas pelos primeiros componentes e os demais componentes são responsáveis pela variabilidade restante (CRUZ; CARNEIRO, 2004; KADEGOWDA *et al.*, 2008). O critério de Kaiser (KAISER *et al.*, 2003) foi utilizado para a seleção dos

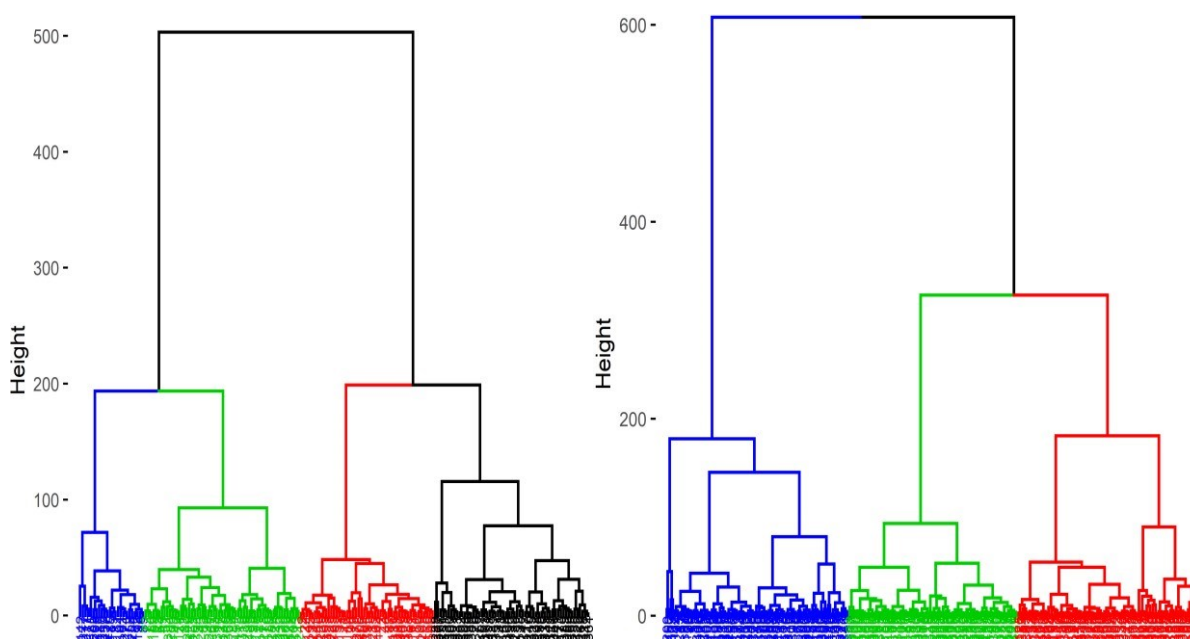
componentes principais, neste, os PCs que explicam maior parte da variância dos dados são os que apresentam *eigenvalues* iguais ou superiores a um.

Todas as análises foram realizadas por meio do software R (R Core Team, 2020) utilizando os pacotes *factoextra* (KASSAMBARA; MUNDT, 2020) e *FactoMineR* (LÉ *et al.*, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de cluster, foi possível identificar quatro grupos distintos nas fêmeas, compostos por 70 (cluster 1 – G1), 56 (cluster 2 – G2), 26 (cluster 3 – G3) ou 35 (cluster 4 – G4) animais em cada cluster. No caso dos animais machos, a análise de cluster identificou 3 grupos distintos compostos por 89 (cluster 1 – G1), 108 (cluster 2) ou 74 (cluster 3 – G3) animais em cada cluster (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Dendrograma da análise de agrupamento hierárquico de acordo com as características de medidas de ultrassonografia e peso aos 450 dias (sobreano) em fêmeas (esquerda), grupo 1 (G1 – cor preto), grupo 2 (G2 – cor vermelho), grupo 3 (G3 – cor verde) e grupo 4 (G4 – cor azul). Em machos (direita), grupo 1 (G1 – cor vermelho), grupo 2 (G2 – cor verde) e grupo 3 (G3 – cor azul).



Fonte: Próprio autor (2022).

A Tabela 2 apresenta as comparações entre as médias dos três grupos contemporâneos (G1, G2 e G3) das características de carcaça mensuradas nos machos. As análises de cluster indicam que, tanto em fêmeas como em machos, animais da mesma idade existem diferenças de peso e composição de carcaça as quais podem auxiliar na seleção de futuros reprodutores ou para o abate.

Após, foi realizada a análise de variância se mostrando significativa ($P < 0,05$) e a análise de comparações de médias ($P < 0,05$) para comparar os grupos de

acordo com a característica analisada. No caso dos grupos formados em fêmeas, as características analisadas diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre os grupos ou clusters (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação das médias das características de medidas de ultrassonografia e peso ao sobreano (P450) em fêmeas (superior) e machos (inferior).

Características	G1 (n = 70)	G2 (n = 56)	G3 (n = 26)	G4 (n = 35)
P450	335,95 ± 8,14c	367,36 ± 9,68b	400,53 ± 12,64a	305,20 ± 11,94d
AOL	57,77 ± 5,71b	62,23 ± 6,72a	62,46 ± 5,65a	57,96 ± 6,91b
AOL100	16,62 ± 1,72b	16,59 ± 1,75b	15,76 ± 1,50b	18,24 ± 1,83a
Ratio	0,43 ± 0,02b	0,45 ± 0,03a	0,44 ± 0,02ab	0,43 ± 1,72b
MAR	3,54 ± 0,50b	3,52 ± 0,51b	3,57 ± 0,35ab	3,81 ± 0,45a
EGS	4,91 ± 1,77b	6,16 ± 2,30a	5,96 ± 1,56ab	3,88 ± 1,36c
EGS100	1,41 ± 0,49b	1,64 ± 0,59a	1,50 ± 0,38ab	1,23 ± 0,43b
EGP	7,24 ± 2,01b	8,46 ± 2,31a	8,84 ± 1,88a	5,35 ± 1,75c

Características	G1 (n = 89)	G2 (n = 108)	G3 (n = 74)
P450	413,53 ± 16,02c	451,27 ± 10,46b	490,47 ± 17,99a
AOL	73,56 ± 5,88c	77,48 ± 6,68b	80,15 ± 6,66a
AOL100	17,47 ± 1,46a	16,99 ± 1,47b	15,94 ± 1,22c
Ratio	0,46 ± 0,03c	0,47 ± 0,03b	0,48 ± 0,03a
MAR	0,46 ± 0,03c	2,73 ± 0,63a	2,92 ± 0,62a
EGS	2,96 ± 0,73b	3,23 ± 0,83b	3,53 ± 1,04a
EGS100	0,71 ± 0,19a	0,71 ± 0,18a	0,71 ± 0,20a
EGP	4,65 ± 0,78b	4,97 ± 1,01a	5,15 ± 1,03a

a,b,c = Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$)

P450 = Peso aos 450 dias (sobreano); AOL = Área de olho de lombo; AOL100 = Área de olho de lombo aos 100 kg de peso vivo (PV); Ratio = relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL); MAR = Marmoreio; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGS100 = Espessura de gordura subcutânea aos 100 kg de peso vivo (PV); EGP = Espessura de gordura na picanha
Fonte: Próprio autor (2022).

Os animais pertencentes ao grupo 3 (G3) foram superiores aos demais em todas as características de carcaça e peso, exceto quanto à AOL aos 100 kg de peso vivo (PV) (AOL100), que foi maior nos animais do grupo 1 (G1). Ainda, não foi observada diferença estatística entre as características de marmoreio e EGS aos 100 kg de peso vivo (PV) (EGS100) nos animais do G1, G2 e G3. Os animais

do G3 tiveram suas características superiores aos demais grupos, apesar da existência dos mesmos grupos contemporâneos (G1, G2 e G3) de machos e da raça Nelore em todos os animais (Tabela 2; $P < 0,05$).

Quanto às fêmeas, aquelas pertencentes ao G3 apresentaram as médias superiores para as características de peso aos 450 dias de idade e para as demais características de carcaça, exceto AOL aos 100 kg de peso vivo (PV) (AOL100) e EGS aos 100 kg de peso vivo (PV) (EGS100).

Da mesma forma, Marcondes *et al.* (2008) verificaram resultados semelhantes a presente estudo com animais machos e fêmeas da raça Nelore e não obtiveram diferença estatística para a medida de AOL100, observando valores de 17,08 e 16,82 cm²/100 kg de PV.

A Tabela 3 mostra as correlações lineares de moderada à alta ($P < 0,05$) entre as medidas de AOL com P450, AOL100 com P450 e AOL, Ratio com P450 e AOL, bem como EGS e P450 em fêmeas e P450 com AOL, AOL100, EGS e EGP, AOL com todas as medidas, AOL100 com MAR, EGS com EGS100 e EGP e EGS100 com EGP em machos. Além disso, pode-se observar que os machos obtiveram mais características correlacionadas entre si do que as fêmeas e apenas 27% das medidas apresentaram correlações lineares baixas ($P < 0,05$) entre machos e fêmeas, sendo necessário mais estudos para indicar se os machos possuem maior e melhor acabamento de carcaça em relação às fêmeas devido ao pequeno número de características que não correlacionaram entre si assim como mostrado nas fêmeas.

Tabela 3 - Correlação de Pearson entre as características de medidas de ultrassonografia e peso ao sobreano (P450) em machos (acima da diagonal) e fêmeas (abaixo da diagonal).

Caract.	P450	AOL	AOL100	Ratio	MAR	EGS	EGS100	EGP
P450	-	0,40**	-0,39*	0,35*	0,04	0,26*	-0,01	0,18
AOL	0,29*	-	0,50**	0,44*	-0,08	0,17	-0,02	0,19
AOL100	-0,36*	0,68**	-	0,10	-0,03	-0,06	0,08	0,07
Ratio	0,19	0,35*	0,14	-	-0,02	0,21**	0,08	0,07
MAR	-0,17	0,23*	0,29*	0,06	-	0,44**	0,47**	0,02
EGS	0,37*	0,27*	-0,08	0,01	0,08	-	0,94***	0,45*
EGS100	0,21*	0,20*	0,02	-0,05	0,08	0,97***	-	0,37*
EGP	0,48**	0,26*	-0,14	0,02	-0,14	0,76***	0,69**	-

*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

P450 = Peso aos 450 dias (sobreano); AOL = Área de olho de lombo; AOL100 = Área de olho de lombo aos 100 kg de peso vivo (PV); Ratio = relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL); MAR = Marmoreio; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGS100 = Espessura de gordura subcutânea aos 100 kg de peso vivo (PV); EGP = Espessura de gordura na picanha
Fonte: Próprio autor (2022).

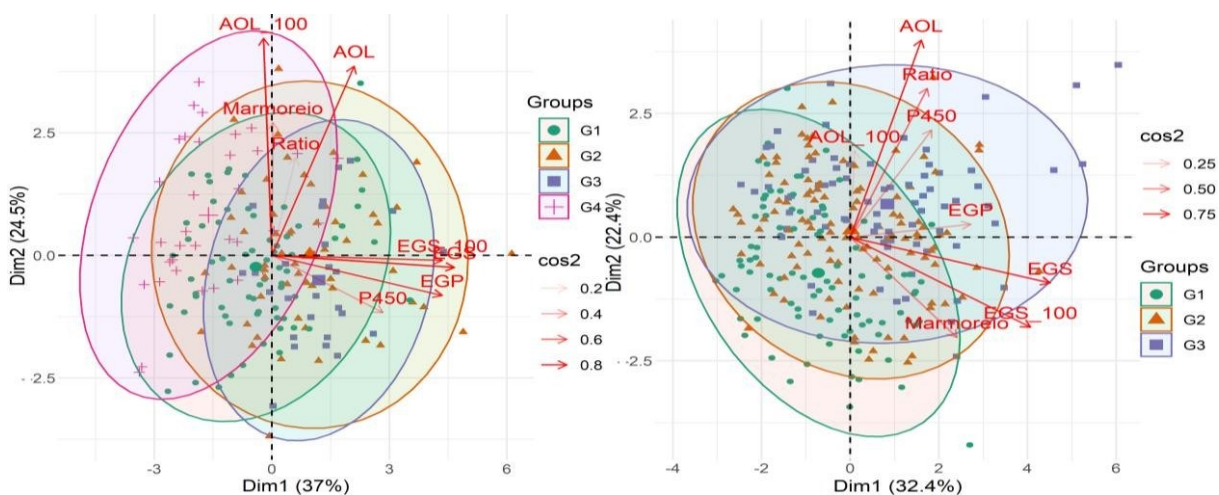
As características com correlações lineares de moderada à alta (Tabela 3; $P < 0,05$) foram EGS e AOL, podendo assim selecioná-las e, conseqüentemente, as demais serão melhoradas nos animais machos e fêmeas da raça Nelore. Gordo *et al.* (2012) e Ferriani *et al.* (2013) relataram moderada correlação entre AOL e peso ao sobreano de 0,45, semelhante ao presente estudo de 0,4, ambos em animais machos da raça Nelore.

Gordo (2012) em seu trabalho avaliou as características de carcaça AOL, EGS e EGP com moderada correlação de 0,19 (AOL e EGS), 0,17 (AOL e EGP) e entre EGS e EGP de 0,52, assim como no presente estudo, de 0,17, 0,19 e 0,45, respectivamente. Tais dados da literatura e do presente trabalho refletem que a seleção de animais para maior tamanho de AOL contribui moderadamente para o aumento do P450, EGS e EGP.

O Gráfico 2 ($P < 0,05$) mostra as características de carcaça e o P450 nos grupos G1, G2 e G3 de animais machos e pode-se observar por meio da ACP que somente os animais do G1 se destacaram para MAR com magnitude média pela carga fatorial em 50%, os animais do G2 demonstram serem superiores para as medidas de Ratio, EGS, EGS100, MAR e P450, todas com carga fatorial de 75% e alta magnitude. Ademais, os animais do G3 foram aqueles que apresentaram a

maior quantidade de características com alta magnitude e carga fatorial em 75% para EGS, EGS100, AOL e MAR, corroborando com os resultados da Tabela 2 ($P < 0,05$).

Gráfico 2 - Análise de componentes principais (ACP) entre as características de medidas de ultrassonografia e peso aos 450 dias (sobreano) em fêmeas (esquerda) e machos (direita).



P450 = Peso aos 450 dias (sobreano); AOL = Área de olho de lombo; AOL100 = Área de olho de lombo aos 100 kg de peso vivo (PV); Ratio = relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL); MAR = Marmoreio; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGS100 = Espessura de gordura subcutânea aos 100 kg de peso vivo (PV); EGP = Espessura de gordura na picanha
 Fonte: Próprio autor (2022).

Ainda, o Gráfico 2 apresenta as características de carcaça e P450 por meio da ACP nos animais fêmeas agrupados em G1, G2, G3 e G4. Dessa forma, não foi observado destaque de média a alta magnitude quanto aos animais do G1 para as características citadas, diferente dos demais grupos, em que os animais do G2 se mostraram superiores com cargas fatoriais de 80% mostrando alta magnitude para as características de EGS, EGS100, EGP e AOL e, média magnitude, com carga fatorial em 40%, para P450.

Sales (2017) e Boligon *et al.* (2013) relataram que os quatro primeiros componentes principais (CP4) conseguiram explicar de modo adequado a variação dos efeitos genéticos aditivos para as características de crescimento e carcaça que estão altamente correlacionadas como AOL, EGS, MAR e peso ao sobreano em animais agrupados sem efeito do sexo, semelhante aos resultados encontrados no presente estudo.

Com relação ao efeito sexo entre machos e fêmeas, a Tabela 4 ($P < 0,05$) apresenta as variâncias de cada CP e a acumulada, bem como os autovalores do CP. Com isto, pode-se observar que quanto ao estudo de dissimilaridade para verificar quais características de carcaça e P450 são mais importantes na seleção dos animais, a soma da variância explicada por cada um dos três primeiros componentes principais (CP3) foi acima de 70% da variação acumulada (REGAZZI, 2000).

Tabela 4 - Variâncias (%VCP) e autovalores das correlações fenotípicas obtidas pela Análise de Componentes Principais (ACP).

CP	Fêmeas			Machos		
	Autovalores	%VCP	%VCP (acumulado)	Autovalores	%VCP	%VCP (acumulado)
CP1	2,958	36,970	36,970	2,590	32,376	32,376
CP2	1,957	24,461	61,43	1,795	22,433	54,809
CP3	1,270	15,874	77,305	1,437	17,963	72,772
CP4	0,805	10,065	87,371	0,942	11,772	84,544
CP5	0,648	8,101	95,472	0,637	7,957	92,500
CP6	0,264	3,303	98,776	0,457	5,711	98,212
CP7	0,090	1,127	99,902	0,137	1,715	99,926
CP8	0,008	0,908	100,00	0,006	0,074	100,00

Fonte: Próprio autor (2022).

Da mesma forma, a Tabela 5 ($P < 0,05$) mostrou que a EGS, EGS100 e EGP são as características de maior importância no CP1 tanto para fêmeas quanto para os machos. Posteriormente, as características de Ratio e AOL com maiores correlações com o CP2 em fêmeas, além da correlação entre P450 e o CP2 para os machos.

As características correlacionadas com o CP2 tiveram o efeito do sexo não apenas com relação às mais importantes, mas também na condição ambiental de animais não agrupados entre machos e fêmeas (Tabela 5; $P < 0,05$). Por fim, o P450 e Ratio foram as características mais correlacionadas e importantes no CP3 nas fêmeas, diferente dos machos que tiveram o P450 e AOL100 mais bem correlacionadas e importantes no CP3 (Tabela 5; $P < 0,05$).

Assim, as características mais importantes no CP1 para as fêmeas foram as mesmas para os machos, sendo EGS, EGS100 e EGP, seguido de AOL e AOL100 como as mais importantes no CP2 e P450 também para ambos os sexos no CP3 (Tabela 5; $P < 0,05$). Diferente do presente estudo, Paulino (2006) encontrou resultados destas características entre machos e fêmeas, sendo AOL superior para os machos, EGS superior para as fêmeas e EGP sem diferença estatística entre machos e fêmeas. Também, Nogueira (2007) verificaram diferença significativa ($P < 0,01$) quanto ao efeito sexo dos animais da raça Nelore para as características AOL e EGS.

Os animais machos castrados resultam em carcaças mais gordas e os inteiros produzem carcaças mais pesadas e com maiores áreas do músculo *Longissimus dorsi*, menos gordura subcutânea e maior gordura intramuscular, bem como maior conformação de carcaça em comparação aos animais mais jovens e castrados. Esses efeitos de sexo estão relacionados com o estado hormonal dos animais, uma vez que animais mais jovens como os novilhos produzem significativamente mais marmoreio e mais carne macia do que animais inteiros e fêmeas. Os machos têm mais tecido conjuntivo intramuscular (marmoreio) do que as fêmeas, além de carcaças mais pesadas em comparação com as fêmeas (BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, 2006).

As diferenças entre machos e fêmeas foram registradas para quase todas as características em Grashorn e Clostermann (2002). O peso da carcaça foi significativamente maior em machos em comparação com as fêmeas, além disso, os machos inteiros produzem carcaças com mais músculos do que os machos castrados. Assim, o sexo tem uma grande influência no teor de gordura e conformação em todas as espécies, por exemplo, touros jovens produzem as carcaças mais magras, seguido por vacas e novilhos de descarte, com novilhas em média produzindo maior espessura de gordura subcutânea (GRASHORN; CLOSTERMANN, 2002).

Contudo, os touros jovens também produzir carcaças com a melhor conformação, seguido por novilhos e depois novilhas. Embora sejam muito magras, as carcaças das vacas têm boa conformação, podendo afirmar que a gordura e conformação estão inversamente correlacionadas nas três classes de sexo (SILVA, 2018).

Tabela 5 - Coeficientes de correlação das variáveis estudadas obtidas nos cinco primeiros componentes principais.

Características	Fêmeas			Machos		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
P450	0,573	-0,235	0,610	0,384	0,453	-0,702
AOL	0,424	0,780	0,274	0,335	0,834	0,224
AOL100	-0,043	0,895	-0,163	0,021	0,366	0,903
Ratio	0,122	0,402	0,665	0,363	0,629	-0,102
MAR	0,006	0,547	-0,381	0,504	-0,424	0,097
EGS	0,942	-0,050	-0,246	0,945	-0,194	0,013
EGS100	0,879	-0,020	-0,385	0,852	-0,381	0,227
EGP	0,878	-0,166	0,021	0,570	0,054	-0,07

P450 = Peso aos 450 dias (sobreano); AOL = Área de olho de lombo; AOL100 = Área de olho de lombo aos 100 kg de peso vivo (PV); Ratio = relação entre a altura e largura do contrafilé (AOL); MAR = Marmoreio; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGS100 = Espessura de gordura subcutânea aos 100 kg de peso vivo (PV); EGP = Espessura de gordura na picanha
Fonte: Próprio autor (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características de carcaça e de peso ao sobreano tiveram influência do sexo entre machos e fêmeas, isto é, aquelas que demonstraram ser mais importantes aos quatro grupos de fêmeas foram diferentes àquelas dos três grupos de machos. Contudo, as características de EGS, EGP e MAR se mostraram mais correlacionadas entre si e com as demais, indicando que a seleção para estas características também irá selecionar animais superiores para as demais.

REFERÊNCIAS

- AGRONEGÓCIOS ONLINE. **Predição das características de carcaça bovina.** Online: AGRON, 2014. Disponível em: <https://agron.com.br/publicacoes/informacoes/artigos-tecnicos/2014/02/17/038361/predicao-das-caracteristicas-de-carcaca-bovina>. Acesso em: 02 abr. 2022.
- ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F. Melhoramento genético de gado de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., Maringá. **Anais...** Maringá: SBMA, 2010. p. 9. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/856665/1/PROCIMMA2010.00010.p df>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135149, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/370>. Acesso em: 30 abr. 2022.
- ARAÚJO, P. D. *et al.* Understanding the main factors that influence consumer quality perception and attitude towards meat and processed meat products. **Meat Science**, p. 108952, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174022002200?casa_token=bAVe4E0bFG0AAAAA:BtyrwJBkTaildsvazM0koBEND1-9mhSyyGtyae2cpzKO8AoSi0Ht8H9BDXWcfsaliLLLW8vmg. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (AIBEC). **Perfil da pecuária no Brasil: Sistema Agroindustrial da carne bovina 2021.** Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022_atualizado_jun2022.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.
- BALDASSINI, W. A. *et al.* Meat quality traits of Nellore bulls according to different degrees of backfat thickness: a multivariate approach. **Animal Production Science**, v. 57, n. 2, p. 363-370, 2017. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/an/an15120>. Acesso em: 22 mai. 2022.
- BARBOSA, V. *et al.* Implementação da amostragem de Gibbs no estudo da correlação genética entre as características espessura de gordura e perímetro escrotal em tourinhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.
- BARCELLOS, V. C. *et al.* Carcass characteristics and sensorial evaluation of meat from Nellore steers and crossbred Angus vs. Nellore bulls. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 39, n. 4, p. 437-448, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asas/a/mnyrkSXPsCKmvvqpV8tyXTN/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 12 mar. 2022.

BECK, H. E. *et al.* Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata2018214.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.

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

BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, S. *et al.* The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chicken. **Czech Journal of Animal Science**, v. 51, n. 1, p. 31-38, 2006. Disponível em: <https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/cjs/2006/01/05.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023.

BOLIGON, A. A. *et al.* Herdabilidades (h^2) e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2320-2326, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/XCntLwMCXCpGwnDHmChjDrj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2022.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1412-1418, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/6KKdnrwZk45cm8yp5yzbSbn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BORBA, L. H. F. *et al.* Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1570-1578, 2011.

BRONSON, F. H.; MANNING J. M. The energetic regulation of ovulation: a realistic role for body fat. **Biology of Reproduction**, v. 44, n. 6, p. 945-950, 1991. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1873394/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

BUNGENSTAB, D. J.; MENEZES, G. R. de O.; FELDKAMP, C. R. **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. 227- 232, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127707/1/Melhoramento-Genetico- livro-completo.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2022.

CAETANO, S. L. *et al.* Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, v. 155, n. 1, p. 1-7, 2013. Disponível em: <https://www.ancp.org.br/wp/wp-content/uploads/2013/05/Estimates-of-genetic-parameters- for-carcass-growth-and-reproductive-traits-in-Nellore-cattle.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

CAMPELO, J. E. G. *et al.* Influência da heterogeneidade de variâncias na

avaliação genética de bovinos de corte da raça Tabapuã. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 685-693, 2003. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/R6zqVvJBJBNCpb4bLxvSTMc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CAMPOS, A. M. *et al.* Índices zootécnicos da fase de cria de uma propriedade de gado de corte tecnificada. **Revista Trópica: Ciências Agrária e Biológicas**, v. 7, n. 1, p. 82-88, 2013. Disponível em:
<http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/955/1277>. Acesso em: 02 fev. 2022.

CHEN, D. *et al.* Adipogenesis, fibrogenesis and myogenesis related gene expression in longissimus muscle of high and low marbling beef cattle. **Livestock Science**, v. 229, p. 188- 193, 2019. Disponível em:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141319307607?casa_token=CYlaFASG-U0AAAAA:J2BUcsIYNtG9TgjapxyYHZsDxHz16K1RmfjxvOe59dIT40KHaYZMJ4S12vBirpQqoZh12F89bw. Acesso em: 13 jan. 2023.

COSTA, R. M. **Uso de informação genômica para estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento e carcaça em bovinos Nelore**. 2019. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2019. Disponível em:
https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181568/costa_rm_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 01 abr. 2022. DICKERSON, G. E. Experimental approaches in utilizing breed resources. **Animal Breeding Abstracts**, v. 37, n. 02, p. 191-202, 1969. Disponível em: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10016145564/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

CORE TEAM, R. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em:
<https://www.r-project.org/>. Acesso em: 05 mar. 2022.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CUNDIFF, L.V. *et al.* Characteristics of diverse breeds in cycle IV of the cattle germplasm evaluation. **Beef Research Progress Reports**, v. 71, n. 4, 57-60, 1993. Disponível em:
<https://digitalcommons.unl.edu/hruskareports/119/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

DIAZ, I. D. P. S. **Interação genótipo – ambiente no peso ao sobreano na raça Nelore**. 2009. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009. Disponível em:
<https://www.fcav.unesp.br/Home/download/pgtrabs/gma/m/3819.pdf>. Acesso em:

29 abr. 2022.

DESTEFANIS, G. *et al.* The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef. **Meat Science**, v. 56, n. 3, p. 255-259, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174000000504>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, G. C. T. **Divergência fenética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 1994. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 1994. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-20191220-120341/pt-br.php>. Acesso em: 15 jul. 2022.

DING, C.; HE, X. **Cluster Structure of K-means Clustering via Principal Component Analysis**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004. p. 414-418. Disponível em: <https://icml.cc/Conferences/2004/proceedings/papers/262.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2022.

FELICIO, P.E. Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Produção de novilho de corte**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97. Disponível em: <https://www.fea.unicamp.br/sites/fea/files/dta/laboratorios/PPCD/Fatoresqueinfluennciamaqualedadecarnebovina.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2022.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. **Higiene Alimentar**, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998. Disponível em: <https://www.fea.unicamp.br/sites/fea/files/dta/laboratorios/PPCD/ha1.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2022.

FERNANDES JUNIOR, G. A. *et al.* Genomic prediction of breeding values for carcass traits in Nellore cattle. **Genetics Selection Evolution**, v. 48, n. 7, p. 1-8, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12711-016-0188-y>. Acesso em: 01 mar. 2022.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174009001648>. Acesso em: 13 jun. 2022.

GIACOMAZZI, C. M.; TALAMINI, E.; KINDLEIN, L. Relevance of brands and beef quality differentials for the consumer at the time of purchase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 4, p. 354-365, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/JvyWqJ8hC7JbHpDbJ3qnGBk/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GOMES, R.C. *et al.* Carcass quality of feedlot finished steers fed yeast, monensin, and the association of both additives. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p.648-654, 2009. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352009000300018>. Acesso em: 12 jan. 2023.

GOMES, R. C. *et al.* **Sumário de touros Senepol**: Entendendo a eficiência alimentar. Campo Grande: Geneplus-Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1026931/sumario-senepol-2015-sumario-de-touros-senepol-geneplus-embrapa>. Acesso em: 19 abr. 2022.

GOMES, R. C. **Entendendo a eficiência alimentar**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. p. 24-26. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131582/1/Sumario-Senepol-2015-2-paginas-22-23-e-24.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2022.

GORDO, D. G. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaça, medidas por ultrassonografia, e suas relações com escores visuais na raça Nelore**. 2010. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, 2010. 54p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92609/gordo_dgm_me_jabo.pdf?sequencia=1&isAllowed=y. Acesso em: 21 jun. 2022.

GORDO, D. G. M. *et al.* Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 4223-4229, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22859767/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GRASHORN, M. A.; CLOSTERMANN, G. Performance and slaughter characteristics of broiler breeds for extensive production. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 66, n. 4, p. 173-181, 2002. Disponível em: <https://www.european-poultry-science.com/Performance-and-slaughter-characteristics-of-broiler-breeds-for-extensive-production,QUIEPTE1MzQyJk1JRD0xNjEwMTQmQVJPT1Q9MzA0NCZURU1QX01BSU49U2NpZW50aWZpY3NfUG9ydHJhaXQuaHRt.html>. Acesso em: 13 jan. 2023.

GREINER, S. P. **The use of real-time ultrasound and live measurements to predict carcass composition in beef cattle**. 1997. Tese (Doutorado em Animal Science) - Iowa State University, Ames, Iowa, 1997. 207p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/38904364.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2022.

GREINER, S. P. *et al.* Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 7, p. 1736- 1742, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12854810/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

GREINER, S. P. *et al.* The relationship between ultrasound measurements and

carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 676-682, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12661648/#:~:text=Overall%2C%20correlation%20coefficiente,nts%20between%20ultrasound,were%200.89%20and%200.86%2C%20respectively>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FARIA, M. H. A Ultrassonografia como critério de abate em bovinos de corte. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1186-a-ultrassonografia-como-criterio-de-abate-em-bovinos-de-corte/file.html>. Acesso em: 02 mai. 2022.

FERRIANI, L. *et al.* Parâmetros genéticos de características de carcaça e de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 123-129, 2013. Disponível em: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922013000100013. Acesso em: 18 jun. 2022.

FRAGA, A. B. *et al.* Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 3, p. 1- 6, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26719296/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

HARRIS, C. L. *et al.* Vitamin A administration at birth promotes calf growth and intramuscular fat development in Angus beef cattle. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40104-018-0268-7>. Acesso em: 13 jan.

HEDRICK, H. B.; THOMPSON, G. B.; KRAUSE, G. F. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-sib bull, steers and heifers. **Journal Animal Science**, v. 29, n.5, p. 687-694, 1969. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/29/5/687/4698537>. Acesso em: 31 mar. 2022.

HERRING, W. O. *et al.* Comparison of four real time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 2, p. 364-370, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9498340/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

HILL, W. G. On selection among groups with heterogeneous variance. **Animal Production**, v. 39, n. 3, p. 473-477, 1984. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/abs/on-selection-among-groups-with-heterogeneous->

variance/4B1629187F260784C8D0D135262431EF. Acesso em: 22 abr. 2022.

HOCQUETTE, J. F. *et al.* Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. **Animal**, v. 4, n. 2, p. 303-319, 2010. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/intramuscular-fat-content-in-meatproducing-animals-development-genetic-and-nutritional-control-and-identification-of-putative-markers/52D7DF82719DA05F34DEFB397B7EF622>. Acesso em: 13 jan. 2023.

HONGYU, K. **Comparação do GGE-biplot ponderado e AMMI-ponderado com outros modelos de interação genótipo × ambiente**. 2015. Tese (Doutorado em Estatística Agrônômica e Experimentação) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2015. p. 155. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11134/tde-04052015-172304/publico/Kuang_Hongyu.pdf. Acesso em: 18 mai. 2022.

HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. **The Journal Educational Psychology**, v. 24, p. 498-520, 1933. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1934-00645-001>. Acesso em: 13 mar. 2022.

HOTELLING, H. Simplified calculation of principal components. **Psychometrika**, Williamsburg, v. 1, p. 27-35, 1936. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02287921>. Acesso em: 18 mai. 2022.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Madison: Prentice Hall International, 1998. 816p.

KADEGOWDA, A. K. G.; PIPEROVA, L. S.; ERDMAN, R. A. Principal component and multivariate analysis of milk long-chain fatty acid composition during diet-induced milk fat depression. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 2, p. 749-759, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203020871419X>. Acesso em: 03 abr. 2022.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. **Factoextra**: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.5, 2017. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. Acesso em: 10 abr. 2022.

KARSBURG, J. H. H. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultrassonografia e desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-20112003-141652/publico/3431938.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de

dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pope/a/GHNYv8tfCQcqhqHBbCGQk7t/?format=pdf&lang=pt>
. Acesso em: 13 mai. 2022.

LADEIRA, M. M. *et al.* Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. **Animal**, v. 12, n. 2, p. 282-294, 2018. Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/review-nutrigenomics-of-marbling-and-fatty-acid-profile-in-ruminant-meat/E25779001DA65D0DE7A65715250E5758>. Acesso em: 13 jan. 2023.

LAUREANO, M. M. M. *et al.* Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 63, n. 1, p. 143-152, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/xxJGBpyTLcqlQ3N9NHMkpLR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 mai. 2022.

LAMBE, N. R. *et al.* The prediction of carcass composition and tissue distribution in beef cattle using ultrasound scanning at the start and/or end of the finishing period. **Livestock Science**, v. 131, n. 2-3, p. 193-202, 2010. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141310001277>.
Acesso em: 12 abr. 2022.

LAWRIE, R.A. **Ciência da la carne**. 6. ed. editora Artmed, 2005. 84 p.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1-18, 2008. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v025i01>. Acesso em: 12 fev. 2022.

LEE, Y. *et al.* 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.

Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017312469?casa_token=k7kuxuuJIGAAAAA:pQ1ZenpOh7mb-PtqcKsna1NTThzRbGYNNvrV_Qk8m8tPR1VseM2mGb_APjgntdoKN-DAbzZcLw.
Acesso em: 13 jan. 2023.

LEME, P. R. *et al.* Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso.

Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 6, p. 2347-2353, 2000. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2622.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

LOUVANDINI, H. *et al.* Evaluation of carcass traits, non-carcass components and 12th rib analysis of hair sheep supplemented with phosphorus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 550-554, 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/QNx9N3FMGBF8pC9SJ7kh8Rg/?format=pdf&lang=en>.
Acesso em: 12 jan. 2023.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil**. 1987. Thesis (Doctor of Philosophy) - Kansas State University, Manhattan: Kansas State University, 1987. 89p. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/275a2170cf9ec7ffaf66cd52f3788f10/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>. Acesso em: 20 mai. 2022.

MACQUEEN, J. Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In: = Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, 5, 1967. **Proceedings...** Berkeley: BSMSP, v. 1, p. 281-297, 1967. Disponível em: <https://projecteuclid.org/proceedings/berkeley-symposium-on-mathematical-statistics-and-probability>. Acesso em: 18 jul. 2022.

MAECHLER, M. *et al.* **Cluster Analysis Basics and Extensions**. R package version, 2018. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/cluster/citation.html>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods**. New York: Chapman and Hall, 1986. p. 159.

MARCONDES, M. I. *et al.* Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2243-2250, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/LjtptsGFzzk74H45pQrdMDt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 jun. 2022.

MARQUES, A. C. W. **Ultrassonografia para predição das características de carcaça bovina**. Online: Scot Consultoria, 2011. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22106/ultrassonografia-para-predicao-das-caracteristicas-de-carcaca-bovina.htm>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MARCONDES, M. I. *et al.* Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/b8Q5j5jtcVs96Dr46kdcxf/?lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MERCADANTE, M. E. Z. *et al.* Efeito da seleção para crescimento na permanência de vacas Nelore no rebanho até cinco anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 344-349, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/3d79Mp8mdJBwymcZMBvRb8z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 mai. 2022.

MEYER, K.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 2, p. 195-210, 2004. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/cp/AR03164>. Acesso em:

13 jun. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2020/2021 – 2030/2031**. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/view>. Acesso: em 13 abr. 2022.

NGUYEN, D. V. *et al.* Nutritional value and sensory characteristics of meat eating quality of Australian prime lambs supplemented with pelleted canola and flaxseed oils: Fatty acid profiles of muscle and adipose tissues. **Internal Medicine Review**, v. 3, n. 3, p. 1-21, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Aduli-Malau-Aduli/publication/315805463_Nutritional_value_and_sensory_characteristics_of_meat_eating_quality_of_Australian_prime_lambs_supplemented_with_pelleted_canola_and_flaxseed_oils_Fatty_acid_profiles_of_muscle_and_adipose_tissues/links/58e6e842a6fdcc1fa2b0d6f/Nutritional-value-and-sensory-characteristics-of-meat-eating-quality-of-Australian-prime-lambs-supplemented-with-pelleted-canola-and-flaxseed-oils-Fatty-acid-profiles-of-muscle-and-adipose-tissues.pdf. Acesso em: 13 jan. 2023.

NICHELE, E. M. *et al.* Eficiência bioeconômica de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 699-711, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/xHqXYrPWgTbD8nkdG9DZdxQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

NIE, W. *et al.* Influence of loss aversion and income effect on consumer food choice for food safety and quality labels. **Frontiers in Psychology**, v. 12, p. 2794, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.711671/full>. Acesso em: 10 jan. 2023.

NOGUEIRA, K. L. **A influência de raça, sexo e idade ao abate sobre a qualidade da carne de Nelore e Braford**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2007. 51p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-18052007-090045/publico/4879752.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

OLIVEIRA, E. A. *et al.* Métodos de mensuração da área de olho de lombo e suas relações entre componentes da carcaça de touros jovens confinados. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 216-223, 2010. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1103/661>. Acesso em: 13 mai. 2022.

PAULINO, P. V. R. **Desempenho, composição corporal e exigências**

nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2006. 183p. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1708/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PEARSON, K. Principal components analysis. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 6, n. 2, p. 559-572, 1901. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786440109462720>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal.** 5. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008.

PEREIRA, P. M. R. C. *et al.* Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1520-1527, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/SP6bRfZTYZBSTbYZRNQDLBw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 abr. 2022.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1002-1010, 1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1582927/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

PERKINS, T. L. *et al.* Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 9, p. 2758-2765, 1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1399892/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

PETRESCU, D. C.; VERMEIR, I.; PETRESCU-MAG, R. M. Consumer understanding of food quality, healthiness, and environmental impact: A cross-national perspective. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 1, p. 169, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/603826>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PINHEIRO, T. R. *et al.* Selection for higher body weight in Nelore cattle is effective in achieving an increase of *longissimus* muscle area without reducing subcutaneous fat thickness. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1426-1432, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/6NbdDjyMztyrnvzXCyPFss/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2022.

PISTILLO, L. Z.; CAMARGO, A. C.; SOUZA, L. Correlação e regressão entre mensurações corporais e características de carcaça em bovinos da raça Nelore. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 26-38, 2022. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1944. Acesso em: 19

jul. 2022.

REGAZZI, A. J. **INF 766 - Análise multivariada (notas de aula)**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2000.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Uso de tecnologias de ultrassom no melhoramento do produto final carne. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 5., Uberaba. **Anais...** Uberaba: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 2002. Disponível em: http://admin.webplus.com.br/public/upload/downloads/ABCZ_2002_final.pdf. Acesso em: 08 abr. 2022.

SALES, L. H. B. **Análise de fatores e componentes principais genéticos para características de crescimento, carcaça e qualidade da carne em bovinos da raça Nelore**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, 2017. 51p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151254/sales_lhb_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 19 jun. 2022.

SANDANIELO, V. L. M. **Emprego de técnicas estatísticas na construção de índices de desenvolvimento sustentável aplicados a assentamentos rurais**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, 2008. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101703/sandanielo_vlm_dr_botuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 mai. 2022.

SARTÓRIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariadas em experimentos agropecuários usando o software R**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2008. 131p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11134/tde-06082008-172655/pt-br.php>. Acesso em: 16 jul. 2022.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 17, p. 55-72, 1986. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174086900835>. Acesso em: 30 mai. 2022.

SILVA, J. **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento pós-desmama**. 2018. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2018. 65p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-21112018-101131/publico/DO9245625COR.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023.

SILVA, S. L. *et al.* Correlações entre características de carcaça avaliadas por

ultrassom e pós- abate em novilhos nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1236-1242, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/YxHfNqRYYFDcHc3TgwFMmTt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SMITH, S.P. *et al.* Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian- Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, n. 9, p.1225-1233, 2009. Disponível em: <http://www.ajas.info/upload/pdf/22-162.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SOUZA, S. F. *et al.* Aplicação da Ultrassonografia para avaliação da condição corporal e acabamento de carcaça em pequenos ruminantes. **Ciência Veterinária Tropical**, v. 19, n. 3, p. 34-42, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1074282/1/Aplicacao.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2022.

STEWART, S. M. *et al.* Prediction of consumer palatability in beef using visual marbling scores and chemical intramuscular fat percentage. **Meat Science**, v. 181, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174020307543?casa_token=fOVTSbV6I3cAAAAA:QioV3BETQ_XYOf1ZKDKCP8rv-kLbQyye-WyACYwp8m3R-2UUGthYycTPR2WdsGbRXGB4fjtW_Q. Acesso em: 13 jan. 2023.

SUGUISAWA, L. **Ultrassonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-05072002-101058/publico/LilianeSuguisawa.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

TAIT, J. R.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 6, p. 1353-1360, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15890812/>. Acesso em: 19 mai. 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Livestock and Poultry**: World Markets and Trade. Washington: USDA Foreign Agricultural Service, 2018. Disponível em: <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/jm214p55j/8049g558s/livestock-poultry-ma-04-10-2018.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.

VAZ, F. N. *et al.* Características da carcaça e da carne de novilhos e de vacas de descarte Hereford, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, supl., p. 1501-1510, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/SdyDVzjktFkYBPxygMWqkGm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 mai. 2022.

VENERONI, G. B. **Associação de SNPs em genes candidatos e de regiões cromossômicas com espessura de gordura subcutânea em bovinos da raça Canchim**. 2010. Tese (Doutorado em Genética e Evolução) - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, São Carlos, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/5383>. Acesso em: 13 abr. 2022.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria, 2005. 215 p.

VINSON, W. E. Potential bias in genetic evaluations from differences in variation within herds. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 11, p. 2450-2455, 1987.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030287803089/pdf?md5=cbf021c74b34b5f21895bd728e7f2cab&pid=1-s2.0-S0022030287803089-main.pdf>.

Acesso em: 16 abr.

2022.

WILLIAMS, A. R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 2, p. 183-188, 2002.

Disponível em: [https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/E-](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/E-suppl_2/E183/4829650?redirectedFrom=PDF)

[suppl_2/E183/4829650?redirectedFrom=PDF](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/E-suppl_2/E183/4829650?redirectedFrom=PDF). Acesso em: 12 jan. 2023.

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 3, p. 973-983, 1992. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1564015/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

WILSON, D. E. *et al.* **The prediction of carcass traits using live animal ultrasound**. In: IOWA STATE UNIVERSITY. Beef research report: 1998. Ames, 1998. p. 5-11. Disponível em:

<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/bodycomp98.html>. Acesso em: 08 fev. 2022.

WILSON, D. E. **Real Time Ultrasound Scanning: Study Guide**. Ames: Iowa State University, 2002.

WHIPPLE, G. *et al.* Evaluation of attributes that effect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 1719- 2726, 1990. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2211401/>. Acesso em: 13 mai. 2022.

YOKOO, M. J. *et al.* Estimates of genetic correlations between carcass and growth traits and scrotal circumference in Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006.

YOKOO, M. J. *et al.* Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/dMQkBMkRqXdrpLFQNKJPHFc/?lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2022.

YOKOO, M. J. *et al.* Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 52-58, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/88/1/52/4740480?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 22 mar. 2022.

YOKOO, M. J. *et al.* **Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/922961/avaliacao-genetica-de-caracteristicas-de-carcaca-utilizando-a-tecnica-do-ultrassom-em-bovinos-de-corte>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ZUIN, R. G. *et al.* Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 352-357, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012000630/pdf?casa_token=i_X1izX-ZXIAAAAA:r0YDcm5QO6iJEbbVn6rEYHFjGzjOBMw9zxZXxre33qOcM90PI_Mlr6ZK5bj_d2A_2UTPf4Z4rNFaS&md5=328c49b153d3b54f264ad457529f86b9&pid=1-s2.0-S0309174012000630-main.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.