



GUSTAVO REIS MONTEIRO

**USO DE CÂMERA DE INFRAVERMELHO
PARA PREDIZER PESO, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E DE CARÇAÇA EM BOVINOS
NELORE E ANGUS**

**LAVRAS - MG
2015**

GUSTAVO REIS MONTEIRO

**USO DE CÂMERA DE INFRAVERMELHO PARA PREDIZER PESO,
COMPOSIÇÃO CORPORAL E DE CARCAÇA EM BOVINOS NELORE
E ANGUS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Mario Luiz Chizzotti

LAVRAS - MG

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Monteiro, Gustavo Reis.

Uso de câmera de infravermelho para predizer peso,
composição corporal e de carcaça em bovinos Nelore e Angus /
Gustavo Reis Monteiro. – Lavras : UFLA, 2015.
40 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal
de Lavras, 2014.

Orientador(a): Mario Luiz Chizzotti.
Bibliografia.

1. Confinamento. 2. Equação. 3. Índice. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

GUSTAVO REIS MONTEIRO

**USO DE CÂMERA DE INFRAVERMELHO PARA PREDIZER PESO,
COMPOSIÇÃO CORPORAL E DE CARCAÇA EM BOVINOS NELORE
E ANGUS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 21 de novembro de 2014.

Dr. Márcio Machado Ladeira	UFLA
Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto	UNESP
Dr. Vinicius de Souza Cantarelli	UFLA

Dr. Mario Luiz Chizzotti
Orientador

LAVRAS - MG

2014

Ao meus pais, Joel e Marília, meu irmão
Rodrigo e minha irmã Luciana, pelo amor,
carinho e incentivo, fundamentais para a
conquista de mais essa etapa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida,

Aos meus pais Joel e Marília, irmão Rodrigo e irmã Luciana, pelo apoio e carinho e dedicação.

A todos os familiares pela torcida e apoio,

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Chizzotti, pela orientação, amizade e incentivo a novos desafios.

Ao Prof. Dr. Marcio Machado Ladeira, pelo aceite em participar da banca examinadora, sugestões para melhoria do trabalho e auxílio na condução do curso.

Ao Prof.Dr. Vinicius de Souza Cantarelle, pelo aceite em participar da banca, sugestões para a melhoria deste trabalho e incentivo na condução do estudo.

Ao amigo e Prof. Dr. Otavio Rodrigues Machado Neto, pelo aceite em participar da banca, pelo auxílio irrestrito por toda a trajetória acadêmica, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos de graduação, Matheus Costa, Marcelo Carvalho, Tulio Cesar Guimarães, Wellington Aziani, Emerson Cordeiro e Paulo Eduardo, pela grande amizade, apoio e por todas as discussões que acrescentaram em maturidade e crescimento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Às pessoas que participaram da captura das imagens, Rodrigo Cístolo, Cristhiane Viol, Fabiano Rodrigues, Ítalo Lisboa, Luis Gustavo Cerqueira.

Ao Núcleo de Estudos em Pecuária de corte (NEPEC), por todas as oportunidades e conhecimento adquirido.

A todos os integrantes e amigos do NEPEC, por todos esses anos de companheirismo, amizade e boas histórias.

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, desenvolver e avaliar medidas biométricas (MB) de 35 tourinhos, 17 bovinos da raça Nelore e 18 da raça Angus. As medidas foram obtidas por imagem, geradas e capturadas por câmera de infravermelho. Em seguida, foram correlacionadas com variáveis relacionadas à composição corporal e foram desenvolvidos: equações de predição de composição corporal, um índice de composição corporal (ICC) e equações de predição do peso corporal. As imagens foram obtidas no dia anterior ao abate e, a partir delas, foram calculadas as seguintes medidas biométricas: altura (H), área do plano dorsal (APD), largura anterior (LA), Largura costela (LC) e largura posterior (LP). A relação entre MB e os componentes corporais, peso de corpo vazio (Pcvz), peso de carcaça (Pesocarc), proteína bruta no corpo (Pbcorpo), extrato etéreo no corpo (Eecorpo), proteína bruta na carcaça (Pbcarc), extrato etéreo na carcaça (Eecarc), porcentagem de proteína bruta no corpo (Ppbcorpo), porcentagem de proteína bruta na carcaça (Ppbcarc), porcentagem de extrato etéreo no corpo (Pecorpo) e porcentagem de extrato etéreo na carcaça (Pecarc). A LP e H obteve correlação positiva com Pc e Pcvz. APD apresentou, nas duas raças, alta correlação com as variáveis de composição e com o Pc ($r = 0,90; 0,88$). Equações de estimativa de peso foram desenvolvidas a partir da APD. O ICC foi constituído de Pc, H e APD. Em ambas as raças, o ICC estimou Pecarc e nos animais da raça Angus estimou, com maior precisão, os demais componentes de composição, em comparação com as estimativas pelo Pc. O desenvolvimento de um índice de composição corporal pode melhorar a acurácia e a precisão das predições. APD mostrou ser eficiente na predição do peso corporal.

Palavras-chave: Medidas biométricas. Confinamento. Equação. Índice. Tecnologia.

ABSTRACT

With this work, we aimed at developing and evaluating biometric measures (BM) of 35 young bulls, 17 of the Nelore breed and 18 of the Angus breed. The measures were obtained by images generated and captured by infrared camera. Subsequently, they were correlated with variables related to the body composition and we developed body composition prediction equations, a body composition index (BCI) and body weight composition equations. The images were obtained in the day before the slaughter and, based on them, we calculated the following biometric measures: height (H), dorsal plan area (DPA), anterior length (AL), rib length (RL) and posterior length (PL). The relation between BM and the body components, empty body weight (Pcvz), carcass weight (Pesocarc), crude protein in the body (Pbcorpo), ethereal extract in the body (Pecorpo) and percentage of ethereal extract in the carcass (Pecarc). The PL and H obtained positive correlation with Pc and Pcvz. DPA presented, in both breeds, high correlation to the composition variables and with the Pc ($r = 0.90; 0.88$). Weight estimate equations were developed from the DPA. The BCI was constructed with Pc, H and DPA. In both breeds, the BCI estimated Pecarc and, in the animals of the Angus breed, estimated, with higher precision, the remaining composition components, when compared to the estimates by the Pc. The development of a body composition index might improve the accuracy and precision of the predictions. DPA was more efficient in the prediction of body weight.

Keywords: Body Measures. Confinement. Equation. Index. Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pontos de mensuração utilizados para a determinação da largura anterior (LA), largura costela (LC), largura posterior (LP).....	21
Figura 2	Limites da área do plano dorsal (APD) obtidos por imagem tridimensional	22
Figura 3	Relação entre peso observado e peso estimado pela área do plano dorsal dos animais da raça Angus e Nelore	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1	Apresentação descritiva dos dados raça angus	25
Tabela 2	Apresentação descritiva dos dados raça Nelore	26
Tabela 3	Coeficientes de correlação entre as mensurações encontradas na raça Aberdeen Angus utilizadas no desenvolvimento do estudo	28
Tabela 4	Coeficientes de correlação entre as mensurações encontradas na raça Nelore utilizadas no desenvolvimento do estudo	29
Tabela 5	Equações de predição de composição corporal da raça Angus e Nelore.....	32
Tabela 6	Equações de estimativa do P _c final para raça Angus e Nelore	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	14
3	IMAGENS NA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	15
4	IMAGEM NA DETERMINAÇÃO DO PESO	17
5	MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1	AparelhoKinect®	19
5.2	Variáveis avaliadas	19
5.3	Mensuração da altura	20
5.4	Mensurações Largura de anterior, Largura costela e Largura frente	20
5.5	Mensuração da área do plano dorsal (APD)	22
5.6	Procedimentos de Abate	23
5.7	Análises laboratoriais	23
5.8	Análises estatísticas	24
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1	Composição corporal e da carcaça	25
6.2	Estimativa do peso pela área dorsal	33
7	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram marcadas por transformações aceleradas do modo de vida, crescimento populacional e explosão do fluxo de informações ao redor do mundo. O aumento da demanda por alimento que ocorreu concomitantemente a essas transformações e a impossibilidade, na maioria das situações, de ampliar as áreas passíveis de serem utilizadas para produção de alimentos, em decorrência de questões ambientais, juntamente com o aumento nos custos com a mão de obra e de insumos, faz com que aumente a pressão e a necessidade de mudanças para modelos produtivos mais eficientes.

A composição corporal e de carcaça, apresenta grande importância nutricional e econômica no sistema de produção de bovinos de corte. A estimativa da composição corporal de animais, ainda em vida, é essencial para o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes que utilizem menos recursos e aumentem a precisão de algumas predições como energia necessária para a manutenção, composição do ganho do consumo de nutrientes necessário para um determinado GMD e do ponto ideal de abate, afim de atingir um determinado grau de qualidade da carcaça (BAKER et al., 1991; GERRITS; DIJKSTRA, 2000; TEDESCHI; FOX; GUIROY, 2004). A padronização de carcaça e qualidade da carne depende da correta estimativa de composição corporal.

O peso corporal é uma variável de fácil obtenção e a mais utilizada na elaboração de estimativas pela sua boa correlação com a taxa de crescimento e a predição de composição corporal em bovinos (LAWRENCE; FOWLER, 2002). Outras variáveis, em associação com o peso, têm sido estudadas na busca de aumentar a precisão das predições (FERNANDES et al., 2010; KAWASUE et al., 2013; PAULA et al., 2013).

Medidas biométricas tomadas com os animais ainda em vida têm sido propostas ao longo do tempo, a fim de prever a composição corporal (FERNANDES et al., 2010; FISHER, 1975). Tem como vantagem o baixo custo de mensuração, porém mensurações corporais até hoje testadas apresentam pouca relevância, aumentando somente de dois a quatro por cento o valor das predições em relação ao peso (BERG; BUTTERFIELD, 1976). A maioria das medidas biométricas mensuradas em bovinos são lineares e pontuais, possuem alguns problemas associados à correta identificação e localização anatômica do ponto de mensuração, em razão da posição, postura e tonificação muscular (FISHER, 1975), diminuindo a acurácia dos dados. Com o avanço da tecnologia, novos aparelhos poderão auxiliar na criação de novas medidas. O uso de imagem possibilita a mensuração de medidas não lineares, com rapidez e precisão. Em seres humanos o Índice de Massa Corporal ($IMC = \text{Peso}/\text{altura}^2$), adotado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), é o principal índice usado na determinação da condição corporal. Em bovinos a determinação de medidas relacionadas com a estrutura corporal, poderia dar origem a índices que aumentariam a acurácia da predição e avaliação das condições corporais dos animais.

2 OBJETIVO

Os objetivos deste estudo são: 1) desenvolver e analisar medidas biométricas relacionadas com a composição corporal e de carcaça; 2) desenvolver equações de predição do peso corporal, a partir de mensurações biométricas obtidas por imagem; 3) desenvolver um índice de composição corporal para bovinos Nelore e Angus.

3 IMAGENS NA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Sistemas computacionais de câmeras têm sido amplamente usados nas áreas de engenharia. Inúmeras aplicações desses sistemas vêm sendo utilizadas em vários ramos de pesquisa na ciência animal para a obtenção de novas medidas e de uma forma objetiva (ARIAS et al., 2007; KAWASUE et al., 2013).

A formação de lotes homogêneos no confinamento no intuito de diminuir a variabilidade nas exigências e alcançar padronização das carcaças dos animais é um objetivo a ser alcançado. Porém, o uso de critérios como raça, sexo e peso não tem atingido com eficiência a padronização esperada, pois, dessa forma, animais classificados como semelhantes podem ter estrutura e composição corporais diferentes, caracterizando uma assimetria em seus processos fisiológicos, atingindo diferentes padrões de carcaça entregues ao frigorífico para abate.

A imagem produzida por aparelhos de ultrassom é utilizada em vários campos da ciência animal. O aparelho de ultrassom mede a reflexão das ondas de alta frequência emitidas nos tecidos. O aparelho converte pulsos elétricos em ondas de alta frequência. A partir da escolha do local a ser avaliado, essas ondas são emitidas e refletidas pelos diferentes tecidos. Por apresentarem diferentes densidades, padrões diferentes são capturados pelo transdutor e projetados em uma tela, formando as imagens. O uso dessas imagens para predição de característica de composição corporal como marmoreio (HASSEN et al., 1998; PARK et al., 1992) e ponto ideal de abate. Sainz (2011) afirmou de prever a composição corporal na entrada e saída do confinamento, utilizando de imagem de ultrassonografia para a determinação da gordura subcutânea, aliada ao peso, raça, sexo, idade e composição da dieta, avaliados no software Nanobeef®, encontrou maior homogeneização dos lotes apartados pelo sistema em relação aos lotes apartados visualmente. Carcaças padronizadas entregues aos

frigoríficos podem ser bonificadas, aumentando a receita do confinamento, além de trazer como consequência o aumento da credibilidade da carne brasileira no cenário internacional, que, muitas vezes, pode ser o limitante na abertura de novos mercados. O uso de imagens na determinação da composição corporal, a campo, limita-se às geradas por aparelho de ultrassonografia. Com o avanço da tecnologia, novos equipamentos geradores de imagens e com grande amplitude de recursos, podem ascender melhorias nas estimativas.

4 IMAGEM NA DETERMINAÇÃO DO PESO

O uso de imagens na determinação do peso significaria uma grande evolução no sistema produtivo, em razão da facilidade de instalação e locomoção dos equipamentos, aliado ao baixo custo de implantação das câmeras geradoras dessas imagens, permitiria um amplo monitoramento do rebanho, gerando um maior número de informações, auxiliando nas tomadas de decisões pelos técnicos e obtendo maior controle sobre a produção.

A pesagem dos animais é de fundamental importância para o gerenciamento e monitoramento nos sistemas de produção animal. Métodos práticos e de baixo custo econômico, com o objetivo da determinação do peso quando não se tem a possibilidade de uso da balança convencional, são de grande interesse, já que decisões sobre o manejo são frequentemente baseadas no peso corporal. A fita métrica que consiste em utilizar o perímetro torácico dos animais e converte-lo ao peso corporal, de acordo com o porte da raça, é um exemplo já bem difundido e utilizado em pequenas propriedades. A equação mais antiga, desenvolvida para o uso da fita, reporta do ano 1936 (KENDRICK; PARKER, 1936) e foi sendo aprimorada e validada em equações mais acuradas e precisas, avaliando um grande número de animais (HEINRICHS et al., 2007; HEINRICHS; HARGROVE, 1987; HEINRICHS; ROGERS; COOPER, 1992).

O uso de imagens em bovinos, para esses fins, é escasso, porém, na ciência humana, o uso dessas imagens, geradas por ultrassonografia tridimensional, é estudado na determinação do peso de crianças ao nascimento. Vieira et al. (2008) encontraram alta correlação do volume do braço fetal com o peso ao nascer ($R^2= 0,83$), com erro percentual médio absoluto de 6,5%. Kawasue et al. (2013), usando as coordenadas das imagens tridimensionais, fornecidas por três sensores Kinect Studio, alocados em três pontos diferentes, conseguiram digitalizar animais da raça Wagyu em escala correspondente às

medidas reais, determinando área e volume corporal. Essas medidas podem estar altamente correlacionadas peso e composição corporal dos animais, embora os autores não tenham analisado essa correlação. O peso monitorado nos currais de engorda traria um grande avanço de gestão do confinamento, sendo capaz o controle individual no rebanho, assim identificando os melhores e piores animais em desempenho, peso de abate e possíveis distúrbios alimentares. O uso das câmeras permitiria o controle dos animais de forma remota, interligada a um sistema de gestão, emitindo relatórios diários, aumento na eficiência sem aumentar o custo com mão de obra.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 35 machos não castrados, 17 animais da raça Nelore e 18 animais da raça Aberdeen Angus, provindos de dois rebanhos. Concomitante à pesagem corporal, foram coletadas as medidas biométricas estudadas. As medidas foram mensuradas a partir de imagem gerada por câmera de infravermelho contida no aparelho Kinect.

5.1 Aparelho Kinect®

O Kinect® (Microsoft, EUA) é um aparelho, composto por um laser projetor infravermelho, uma câmera de infravermelho e uma câmera RGB. A informação de profundidade (*depth*) é obtida por processo de triangulação. Um padrão constante de ondas é projetado sobre a cena e gravado pela câmera de infravermelho. Essa informação é obtida por um padrão de salpicamento de pontos criados pelo laser e capturado pela câmera de infravermelho, formando uma imagem colorida. O espectro de cores é definido pela distância do objeto à lente da câmera do aparelho. A imagem produzida possui tamanho 640x480 pixels e harmonia entre os pontos de 16 bits

5.2 Variáveis avaliadas

As variáveis físicas utilizadas neste estudo foram, peso corporal (Pc), peso de corpo vazio (Pcvz), peso de carcaça (Pcarc), altura (H), área do plano dorsal (APD), largura anterior (LA), largura costela (LC) e largura posterior (LP).

Entre as químicas foram obtidas as quantidades em quilos de proteína bruta no corpo (Pbcorpo), extrato etéreo no corpo (Eecorpo), proteína bruta na

carcaça (Pbcarc), extrato etéreo na carcaça (Eecarc) e seus respectivos teores, porcentagem de proteína bruta no corpo (Ppbcorpo), porcentagem de proteína bruta na carcaça (Ppbcarc), porcentagem de extrato etéreo no corpo (Peecorpo) e porcentagem de extrato etéreo na carcaça (Peecarc).

5.3 Mensuração da altura

Ao final do período experimental, todos os animais, foram pesados, após jejum de 24 horas, em balança Toledo MGR-3000 (Toledo, Brasil) e filmados com o sensor Kinect por, aproximadamente, 5 segundos. O sensor foi fixado a 298 cm de altura e centralizado em relação ao piso da balança, de forma a coletar a imagem do dorso dos animais. Os arquivos foram analisados pelo software Kinect Studio v.1.7.0 (Microsoft, EUA). Uma imagem (quadro) de cada filmagem foi escolhida para a obtenção da altura a qual foi estimada, utilizando o valor de profundidade (*depth*) informado pelo software. A altura dos animais foi avaliada em um ponto dorsal central (Figura 1) e calculada pela diferença dos dados de distância, em mm, medidos pelo Kinect®:

Altura do animal = distância do sensor ao piso do brete – distância do sensor ao centro do dorso dos animais

O software possui uma correção automática dos dados de distância, à medida que os valores dos eixos x e y se alteram, por esse motivo mesmo com escolha subjetiva do ponto de coleta dos dados não houve interferência da posição dorsal avaliada sobre a determinação da altura.

5.4 Mensurações Largura de anterior, Largura costela e Largura frente

ALP, LC e LA foram calculadas, pela diferença dos valores de pixels entres os pontos eixo x da imagem fornecida pelo software Kinect Studio. Uma

imagem da balança sem a presença do animal foi utilizada para calibração do sensor e conversão dos pixels em milímetro. O número de pixels no eixo x e y entre o início e final de uma régua com dimensões conhecidas foi utilizado para converter pixels em cm na imagem coletada. A acurácia do aparelho foi verificada previamente.

Os pontos escolhidos para traçar a reta e determinar as medidas são exibidos na figura 1. As distâncias para determinar as medidas utilizadas tiveram com base as seguintes regiões anatômicas: LA foi determinada com base no ângulo caudal da escápula, LC foi avaliada como a maior distância entre os terços médios da 10ª costela e LP foi determinada pela distância entre as protuberâncias do trocânter maior dos fêmures.



Figura 1 Pontos de mensuração utilizados para a determinação da largura anterior (LA), largura costela (LC), largura posterior (LP)

5.5 Mensuração da área do plano dorsal (APD)

A APD foi determinada a partir de uma linha perpendicular ligando as duas regiões pontuadas nos ângulos ventrais das escapulas até a inserção da calda (Figura 2). Para a obtenção da APD foi utilizado o software de cálculo de área por imagem ImageJ (EUA). Foi usada a ferramenta Wand do programa para identificar a área dorsal dos animais, por meio da estratificação do espectro de cor da imagem coletada no programa Kinect Studio. Para a calibração da ferramenta de mensuração de área, foi utilizada a ferramenta de distância Arrow. A tolerância utilizada na definição da seleção da área do espectro a ser medida foi de 12 e a escala para todas as mensurações foi de 202,5 pixels por metro, obtida, por meio do comprimento do brete.

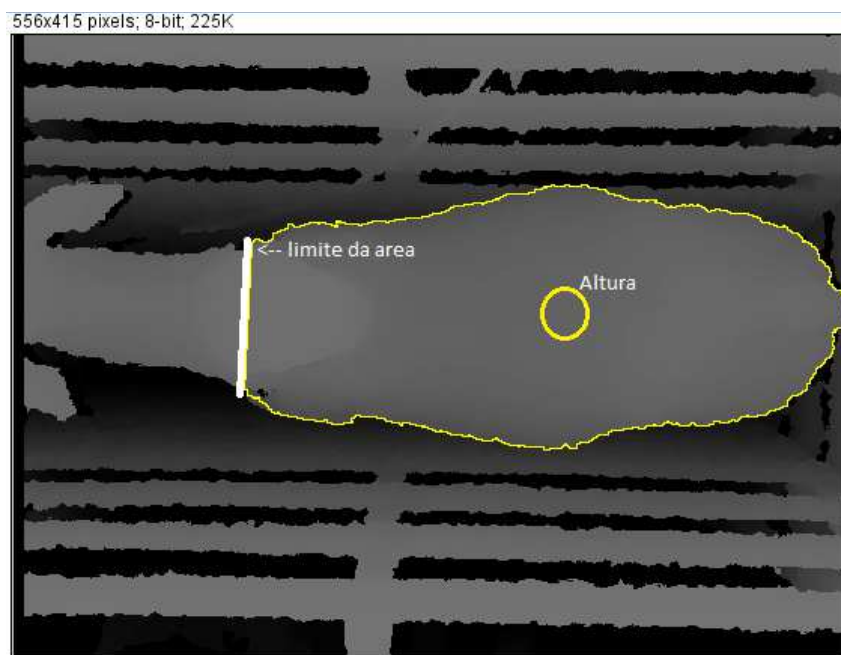


Figura 2 Limites da área do plano dorsal (APD) obtidos por imagem tridimensional

5.6 Procedimentos de Abate

Após a coleta de peso e das imagens, todos os animais foram abatidos. O abate foi realizado utilizando-se a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguida por esfolagem e evisceração. Couro, cabeça, patas e sangue foram coletados, pesados e amostrados. O trato gastrointestinal (TGI) de cada animal foi esvaziado, lavado, pesado e, posteriormente, moído juntamente com órgãos internos, trato reprodutivo, língua e cauda. Essas vísceras moídas, juntamente com o couro, cabeça, patas e sangue formaram uma amostra composta, com cada um desses componentes amostrados na sua proporção, em relação ao peso de corpo vazio (PCVZ) que foi determinado pelas somas dos pesos de sangue, órgãos internos, trato reprodutivo, TGI vazio, língua, cabeça, patas, cauda e carcaça.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 2°C, durante 24 horas, sendo que, após esse período, elas foram novamente pesadas para se determinarem as perdas durante o resfriamento. A meia-carcaça esquerda, cabeça e patas foram dissecadas em músculo, ossos e gordura, foram pesados, amostrados proporcionalmente e, posteriormente, moídos, formando-se uma amostra meia-carcaça esquerda.

Todas as amostras coletadas foram congeladas, liofilizadas por 48 horas e moídas em moinho de bola, para posteriores análises.

5.7 Análises laboratoriais

A composição química da carcaça e do corpo vazio foi obtida após moagem, homogeneização e amostragem da carcaça, vísceras, patas + cabeça e sangue. Posteriormente, os teores de matéria seca (MS), material mineral (MM),

proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram determinados seguindo metodologia proposta pela AOAC (1990).

5.8 Análises estatísticas

Os dados referentes aos animais Nelore e Angus foram analisados, separadamente, em função da diferença morfológica entre as raças. As correlações de Pearson entre as variáveis de peso de corpo final, peso de corpo vazio final, peso de carcaça, proteína bruta na carcaça, extrato etéreo na carcaça, porcentagem de extrato etéreo na carcaça, porcentagem de extrato etéreo no corpo, altura, largura anterior, largura costela, largura posterior, área do plano dorsal, índice de composição corporal, foram analisadas, utilizando-se o procedimento CORR do SAS 9.1 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2003). As variáveis que não apresentaram correlação significativa ($P > 0,05$) com nenhuma característica física e química de composição corporal foram desconsideradas. Para as características que obtiveram correlação significativa ($P < 0,05$), foram desenvolvidas equações para estimar a composição, por meio de regressões lineares obtidas utilizando o procedimento GLM e a ferramenta solution.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Composição corporal e da carcaça

As tabelas 2 e 3 apresentam as estatísticas descritivas dos dados coletados neste experimento nas duas raças. Observa-se grande amplitude de valores entre os máximos e os mínimos encontrados para cada variável, em razão dos diferentes regimes alimentares empregados nos animais. Essa variação permitiu correlacionar medidas biométricas em animais com grandes diferenças de composição corporal em um mesmo experimento.

Tabela 1 Apresentação descritiva dos dados raça angus

Variável	N	Média	Desp.	Mínimo	Máximo
Pcfinal, Kg	18	515,1	46,8	441,0	590,0
Pcvfinal, Kg	18	466,0	42,3	381,7	532,0
Pesocarc, Kg	18	305,0	441	251,6	354,9
Eecarc, kg	18	43,59	45,2	27,46	55,11
Pbcarc, kg	18	56,18	10,7	42,45	70,37
Eecorpo, kg	18	61,47	30,4	33,74	76,18
Pbcorpo, kg	18	87,44	7,5	69,01	104,61
Peecarc, %	18	0,14	7,45	0,10	0,16
Ppbcarc, %	18	0,18	27,46	0,16	0,21
Peecorpo, %	18	0,13	7,61	0,08	0,15
Ppbcorpo, %	18	0,19	42,45	0,18	0,21

Tabela 2 Apresentação descritiva dos dados raça Nelore

Variável	N	Média	Desp.	Mínimo	Máximo
Pcfinal, Kg	17	433,1	31,8	363,0	533,0
Pcvfinal, Kg	17	396,0	46,3	342,7	485,0
Pesocarc, Kg	17	257,0	41,7	215,6	318,9
Eecarc, kg	17	38,59	29,2	24,46	54,11
Pbcarc, kg	17	46,18	8,7	35,45	62,37
Eecorpo, kg	17	54,47	7,4	39,74	75,18
Pbcorpo, kg	17	72,44	10,5	55,01	90,61
Peecarc, %	17	0,14	0,02	0,10	0,17
Ppbcarc, %	17	0,17	0,01	0,15	0,22
Peecorpo, %	17	0,13	0,01	0,11	0,15
Ppbcorpo, %	17	0,18	0,01	0,16	0,21

¹Pc = peso de corpo, Pcvz = peso de corpo vazio, Pesocarc = peso de carcaça, Eecarc = extrato etéreo na carcaça, Pbcarc = proteína bruta na carcaça, Eecorpo = extrato etéreo no corpo, Pbcorpo = proteína bruta no corpo, Peecarc = porcentagem de extrato etéreo na carcaça, Ppbcarc = porcentagem de proteína bruta na carcaça, Peecorpo = porcentagem de extrato etéreo no corpo, Ppbcorpo = porcentagem de proteína bruta no corpo.

Nas tabelas 4 e 5, apresentam-se as correlações entre todas as variáveis obtidas dos animais das raças Angus e Nelore. Nas duas raças, as medidas biométricas lineares, LA, LC e LP e H não apresentaram correlações significativas com nenhuma variável de composição química de corpo e carcaça avaliada nesse estudo ($p > 0,1$). Resultados semelhantes foram relatados por Cyrillo et al. (2002) que estudaram a relação da altura e comprimento da garupa com gordura de carcaça, gordura renal e gordura visceral e não encontraram correlação significativas com essas medidas.

Na raça Angus a LP encontrou-se correlação com o Pcfinal, Pcvfinal e Pesocarc ($r = 0,64$; $0,69$ e $0,67$, respectivamente). A altura apenas apresentou correlação significativa ($p < 0,05$ $r = 0,47$) com o Pcfinal.

Na raça Nelore as correlações de LP entre Pc, Pcvz e Pesocarc foram ($r = 0,51$; $0,60$ e $0,51$). Não houve correlação significativa da altura ($p < 0,05$) com nenhuma variável e, conforme apresentado na tabela 5, os coeficientes indicam uma tendência de correlação negativa da altura com as demais variáveis, assinalando, na amostra estudada, possível antagonismo entre altura e deposição de gordura na raça nelore.

Análise dos resultados indica interação de LP e H com atributos físicos de composição corporais. Dessa forma, constata-se a baixa correlação das medidas biométricas lineares, usadas de forma exclusivas, com a predição da composição química corporal dos animais.

Tabela 3 Coeficientes de correlação entre as mensurações encontradas na raça Aberdeen Angus utilizadas no desenvolvimento do estudo

	Pc	Pcvz	Pesocarc	Peecarc	Ppbcarc	Peecorpo	Ppbcorpo	Pbcarc	Eecarc	Pbcorpo	Eecorpo	H	APD	ICC
Pc	1,0													
Pcvz	0,88*	1,0												
Pesocarc	0,84*	0,99	1,0											
Peecarc	0,39	0,47	0,39	1,0										
Ppbcarc	0,36	0,34	0,26	0,37	1,0									
Peecorpo	0,63*	0,59*	0,52*	0,81*	0,50*	1,0								
Ppbcorp o	0,30	0,42	0,40	0,44	0,78*	0,46*	1,0							
Pbcarc	0,81*	0,89	0,86*	0,47*	0,72*	0,64*	0,70*	1,0						
Eecarc	0,70*	0,84	0,80*	0,86*	0,37	0,79*	0,49*	0,76*	1,0					
Pbcorpo	0,81*	0,95*	0,93*	0,52*	0,54*	0,62*	0,68*	0,96*	0,84*	1,0				
Eecorpo	0,84*	0,86*	0,81*	0,73*	0,48*	0,92*	0,49*	0,84*	0,91*	0,85*	1,0			
H	0,47*	0,41	0,40	0,20	0,24	0,22	0,32	0,41	0,32	0,44	0,32	1,0		
APD	0,88*	0,87*	0,87*	0,60*	0,17	0,51*	0,38	0,71*	0,87*	0,83*	0,73*	0,48*	1,0	
ICC	0,97*	0,96*	0,94*	0,53*	0,28	0,68*	0,33	0,81*	0,85*	0,88*	0,88*	0,34	0,86*	1,0

* Indica significância da correlação

¹Pc = peso de corpo, Pcvz = peso de corpo vazio, Pesocarc = peso de carcaça, Eecarc = extrato etéreo na carcaça, Pbcarc = proteína bruta na carcaça, Eecorpo = extrato etéreo no corpo, Pbcorpo = proteína bruta no corpo, Peecarc = porcentagem de extrato etéreo na carcaça, Ppbcarc = porcentagem de proteína bruta na carcaça, Peecorpo = porcentagem de extrato etéreo no corpo, Ppbcorpo = porcentagem de proteína bruta no corpo.

Tabela 4 Coeficientes de correlação entre as mensurações encontradas na raça Nelore utilizadas no desenvolvimento do estudo

Tabela de correlações Nelore														
	Pc	Pcvz	Pesocarc	Peecarc	Ppbcarc	Peecorpo	Ppbcorpo	Pbcarc	Eecarc	Pbcorpo	Eecorpo	H	APD	ICC
Pc	1,0													
Pcvz	0,96*	1,0												
Pesocarc	0,98*	0,99*	1,0											
Peecarc	0,25	0,18	0,15	1,0										
Ppbcarc	0,13	0,15	0,19	-0,22	1,0									
Peecorpo	0,23	0,23	0,19	-0,22	-0,05	1,0								
Ppbcorpo	0,15	0,14	0,19	-0,17	0,93*	-0,18	1,0							
Pbcarc	0,77*	0,78*	0,82*	0,03	0,72*	0,72	0,67*	1,0						
Eecarc	0,75*	0,71*	0,69*	0,81*	-0,06	-0,06	-0,02	0,45	1,0					
Pbcorpo	0,84*	0,86*	0,87*	0,05	0,61*	0,61*	0,63*	0,97*	0,54*	1,0				
Eecorpo	0,76*	0,78*	0,74*	0,61*	0,07	0,79*	0,02	0,57*	0,89*	0,60*	1,0			
H	-0,21	-0,10	-0,20	-0,27	-0,16	-0,21	-0,11	-0,24	-0,27	-0,14	-0,19	1,0		
APD	0,90*	0,90*	0,90*	0,17	0,14	0,15	0,20	0,72*	0,65*	0,80*	0,66*	-0,04	1,0	
ICC	0,98*	0,95*	0,95*	0,52*	0,11	0,51*	0,15	0,72*	0,85*	0,80*	0,79*	-0,23	0,94*	1,0

*indica significância da correlação (p<0.05)

¹Pc = peso de corpo, Pcvz = peso de corpo vazio, Pesocarc = peso de carcaça, Eecarc = extrato etéreo na carcaça, Pbcarc = proteína bruta na carcaça, Eecorpo = extrato etéreo no corpo, Pbcorpo = proteína bruta no corpo, Peecarc = porcentagem de extrato etéreo na carcaça, Ppbcarc = porcentagem de proteína bruta na carcaça, Peecorpo = porcentagem de extrato etéreo no corpo, Ppbcorpo = porcentagem de proteína bruta no corpo.

Os resultados encontrados nas correlações envolvendo a APD mostraram alta influência da composição física e química corporal dos animais sobre a medida. A APD na raça Angus apresentou correlação significativa ($p < 0,05$) com as características estudadas, excetuando-se Ppbcarc e Ppbcorpo, e mostrou ser a melhor medida dentre as estudadas, obtida com animal ainda em vida, na predição Peecarc ($r = 0,59$). Na raça Nelore, as correlações da APD com as variáveis de proporção Peecarc, Peecorpo, Ppbcarc e Ppbcorpo não foram significativas e apresentaram alta correlação com as demais características estudadas. Fernandes et al. (2010), não encontrou correlação entre medidas lineares e variáveis de composição química e física corporais, e encontrou altas correlações dessas com a área corporal. Isso mostra uma tendência de medidas não lineares, como área de determinadas regiões anatômicas nos animais, mudarem de forma expressiva sua estrutura, interagindo com as mudanças em composição corporal dos animais, podendo ser medidas eficazes e auxiliares ao peso para obtenção de predições mais aprimoradas das variáveis relacionadas com a composição.

A partir da correlação das medidas biométricas com a composição corporal, foi elaborado um índice de composição corporal. O índice de massa corporal usado em seres humanos ($IMC = \text{Peso}/H^2$) não apresentou melhoria nas predições de composição corporal em bovinos. Entre as medidas estudadas, obtiveram melhor ajuste APD, H e Pc. Os fatores presentes na equação foram encontrados a partir do programa estatístico SAS. $ICC = APD^{0,75} \div (1,86H * PC^{0,75})$. As correlações entre as características de composição corporal com o ICC e o Pcfinal, foram o foco de discussão do trabalho.

Nas duas raças, a porcentagem de proteína bruta na carcaça e porcentagem de proteína bruta no corpo não obtiveram correlação com o Pcfinal ($p = 0,12$ e $0,21$) e com o ICC ($p = 0,23$ e $0,17$, respectivamente). Concordando com os resultados encontrados por Bonilha et al. (2011) em que a porcentagem

de proteína foi a variável com menor interação com as mensurações, apresentando maior dificuldade de estimativa do que os parâmetros relacionados com a gordura.

Na raça Angus, foi encontrada correlação do ICC com todas as demais variáveis de composição corporal, químicas e físicas ($p < 0.05$). Apresentaram maiores coeficientes que os encontrados nas correlações das mesmas com a variável $P_{c\text{final}}$. Isso indica um fortalecimento da interação das variáveis com o ICC e, conseqüentemente, da estimativa de composição química corporal, quando estimada, utilizando-se o ICC como variável independente.

O conteúdo de gordura na carcaça e no corpo depende de vários fatores, como idade, raça, sexo e grau de maturidade (OWENS et al., 1995; TEDESCHI; FOX; GUIROY, 2004) fazendo com que seja o componente mais variável e com grande dificuldade de predição.

O ICC nas duas raças, em comparação ao $P_{c\text{final}}$, encontrou correlação significativa com a variável de proporção $P_{e\text{carc}}$ ($R = 0,53, 0,51$) e apresentou correlação superior na correlação da $P_{e\text{corpo}}$. As variáveis $P_{e\text{carc}}$ e $P_{e\text{corpo}}$ foram preditas a partir do ICC (Figura 3), viabilizando o uso de medidas biométricas para agrupar os animais na separação dos lotes, dias de confinamento, grau de qualidade da carcaça e definição das exigências nutricionais. Esse conjunto de dados aumenta a acurácia do planejamento e diminui custos com dietas escalonadas de acordo com a composição do ganho.

A relação $P_{c\text{final}}$ e $P_{c\text{vfinal}}$ foi de 0,9047, ficou próxima da sugerida pelo NRC 2000 de 0,891. A correlação, na raça Angus, do ICC com $P_{c\text{vfinal}}$ e $P_{e\text{carc}}$ foi superior em relação ao $P_{c\text{final}}$. Uma predição aprimorada do ganho de corpo vazio, poderia aumentar a acurácia da determinação dos requerimentos nutricionais.

A relação linear entre o ICC e as características físicas e químicas de composição corporal da raça Angus e Nelore estão apresentados na tabela 3.

Tabela 5 Equações de predição de composição corporal da raça Angus e Nelore

Equações	N	R ²	p
Angus			
Pesocarc= 1,344769397 + 5,435191787x ICC	18	0,88	<.0001
Pcvz= -6,261673251 + 8,468374482*ICC	18	0,92	<.0001
Pbcarc= -13,74989446 + 1,25690641*ICC	18	0,66	<.0001
Eecorpo= -56,47349344 + 2,12595356*ICC	18	0,77	<.0001
Pbcorpo= -12.68942884 + 1.79422367*ICC	18	0,77	<.0001
Peecarc= 0,0479711462+ 0,0016919167*ICC	18	0,28	0.01
Ppbcarc = 0,1347034739 + 0,0008961471*ICC	18	0,10	0.23
Peecorpo = -0,0011832719 + 0,0023937992 *ICC	18	0,47	0.002
Ppbcorpo= 0,1599443041 + 0,0004891327 *ICC	18	0,08	0.17
Eecarc = -24,18396577 + 1,21290461* ICC	18	0,72	<.0001
Nelore			
Pesocarc = 75,28599961 + 4,32779580 *ICC	17	0,92	<.0001
Pcvz = 145,0269008 + 5,9502991 *ICC	17	0,90	<.0001
Eecarc = -7,773820375 + 1,100085488 *ICC	17	0,72	<.0001
Eecorpo = 1,498197142 + 1,258342936 *ICC	17	0,61	0.0002
Peecarc = 0,0787916073 + 0,0016598728*ICC	17	0,27	<0,05
Peecorpo = 0,0955708978 + 0,0009852741	17	0,26	<0,05
Pbcarc = 11,12509159 + 0,82766450 ICC	17	0,51	0.001
Pbcorpo = 22,58433000 + 1,17679427*ICC	17	0,64	<.0001
Ppbcarc = 0,1654360787 + v*ICC	17	0,01	0.68
Ppbcorpo = 0,1685677200 + 0,0003236860*ICC	17	0,02	0.56

Na raça Nelore o ICC não seguiu a mesma tendência encontrada na raça Angus, obtendo correlações mais fracas nas demais variáveis, em relação ao Pcfinal, excetuando-se Eecarc, na qual mostrou ser mais eficiente na predição da característica, apresentando correlações significativas e mais fortes.

Peearc e Peecorpo nos dois grupos genéticos não foi encontrada correlação significativa com o Pcfinal e obteve utilizando o ICC, mostrando que diferentes estruturas corporais caracterizam animais em diferentes estágios fisiológicos, com diferentes composições corporais e, conseqüentemente, de ganho, o que interferiria no desempenho esperado, ocasionando em desuniformidade de carcaça no lote, caso fossem divididos e alocados somente utilizando a variável peso. O mesmo ICC para os dois grupos genéticos não apresentou a mesma eficiência em predizer a composição corporal, obtendo melhor ajuste para taurinos, apontando a necessidade de geração de um índice para cada grupo. Lanna (1988), Paulino et al. (2005) e Silva (2001) avaliaram o corte das 9a-10a-11^a costelas como um estimador da composição da carcaça e do corpo vazio e concluíram que as equações desenvolvidas por Hankins e Howe (1946), com base em animais Taurinos não foram totalmente aplicáveis a animais zebuínos.

6.2 Estimativa do peso pela área dorsal

A APD, por apresentar alta correlação com o Pcfinal nos dois grupos genéticos estudados, foi utilizada para desenvolver equações de predição do Pcfinal para a raça Angus e para raça Nelore. (Tabela 5).

Tabela 6 Equações de estimativa do Pcfinal para raça Angus e Nelore

Equação de estimação	N	R ²	p
Angus Pcfinal = -195,0215850 + 555,7509458* APD	18	0,78	0,0017
Nelore Pcfinal = 25,0511285 + 332,3659651 * APD	17	0,81	0,0001

A estimativa de peso pela APD apresentou alto coeficiente de determinação em ambos os grupos genéticos (Figura 4). Resultado envolvendo área corporal foi relatado por Fernandes et al. (2010), que encontraram correlação de 0,90 entre a área corporal e o peso corporal. Heinrichs et al. (2007), em experimento para validar a fórmula da predição pelo perímetro torácico, encontrou variação média de 4,5% em relação ao peso observado. O erro médio entre Pcfinal observado e predito, no presente estudo, foi de 18,0 quilos para a raça Nelore e 14,4 quilos para a raça Angus, o que representa uma variação média em relação ao peso observado de 4 e 3% nas duas raças respectivamente, analisando, descritivamente, a média percentual do erro.

Na figura, mostra-se a relação da predição pela APD com o peso observado.

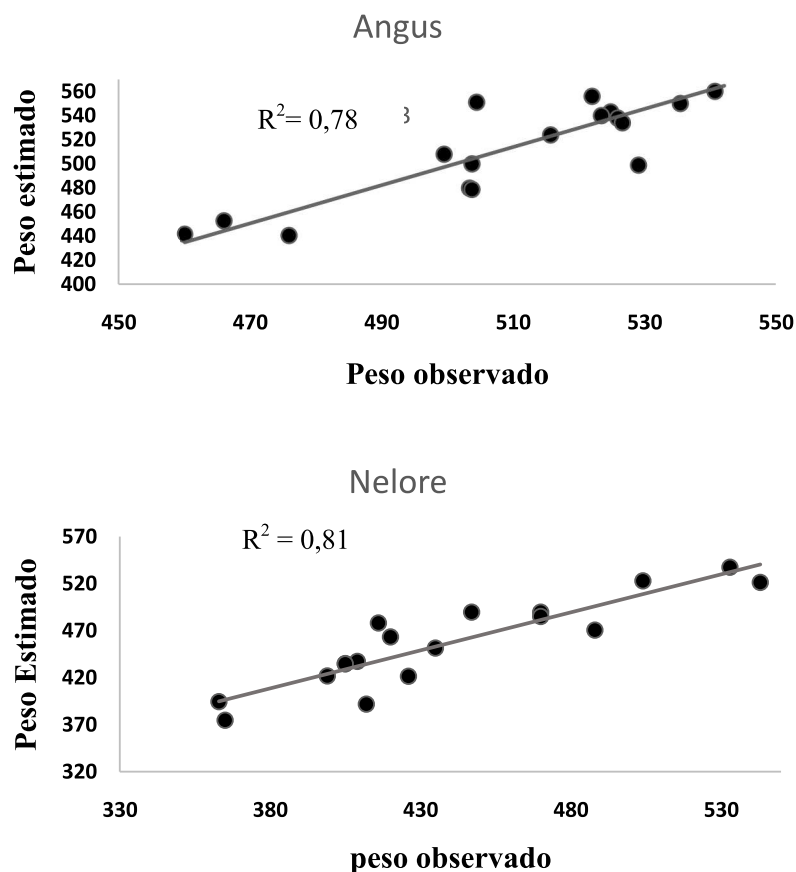


Figura 3 Relação entre peso observado e peso estimado pela área do plano dorsal dos animais da raça Angus e Nelore

A estimativa pela APD, apesar do pequeno número de animais avaliados, indica potencial uso da medida na determinação do peso corporal.

Com o aprimoramento da fórmula e da acurácia da estimativa, o uso de imagem capturada pelo aparelho Kinect pode se tornar um novo método de mensuração de peso corporal, ampliando a capacidade de gestão na produção animal, contando que a tecnologia permitiria a interligação das informações por softwares de gerenciamento.

7 CONCLUSÃO

Medidas biométricas apresentaram correlação com a mudança estrutural no corpo do animal e conseqüentemente com sua composição corporal. Porcentagem de proteína no corpo e na carcaça mostrou ser a característica de maior dificuldade de predição. A utilização de um índice, constituído de medidas com influência na estrutura corporal do animal, aliadas ao peso, mostrou um avanço na precisão das predições. Diferenças da interação e eficiência dessas medidas entre os diferentes grupos genéticos foram observadas. A APD mostrou ser útil na elaboração de equações para estimar o peso corporal. Mais estudos e avaliação em um maior número de animais são necessários para aprimorar o ICC apresentado e sua acurácia.

REFERÊNCIAS

ARIAS, A. R. L. et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 61-72, jan./mar. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYSIS CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. 1094 p.

BAKER, J. P. et al. Body composition and fasting heat production from birth to 14 month of age for three biological types of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 4406-4418, Nov. 1991.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sidney: Macarthur, 1976. 240 p.

BONILHA, S. F. M. et al. Chemical composition of whole body and carcass of Bosindicus and tropically adapted Bostaurus breeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 9, p. 2859-2866, Sept. 2011.

CYRILLO, J. N. S. G. et al. Genetic changes to selection for yearling weight and correlated response on body measurements in Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: WCGALP, 2002. 1 CD-ROM.

FERNANDES, H. J. L. O. et al. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbreed bulls using body measurements. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 4, p. 1442-1453, Apr. 2010.

FISHER, A. V. The accuracy of some body measurements on live beef steers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 2, p. 357-366, 1975.

GERRITS, W. J. J.; DIJKSTRA, J. Modeling growth and wool production in ruminants. In: THEODOROU, M. K.; FRANCE, J. (Ed.). **Feeding systems and feed evaluation models**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 343-361.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, 1946. 19 p. (Technical Bulletin, 926).

HASSEN, A. et al. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: assessment of accuracy and repeatability. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 78, n. 3, p. 277-285, 1998.

HEINRICHS, A. J. et al. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 78, n. 3/4, p. 333-338, Mar. 2007.

HEINRICHS, A. J.; HARGROVE, G. L. Standards of weight and height for Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, p. 653-660, 1987.

HEINRICHS, A. J.; ROGERS, G. W.; COOPER, J. B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 12, p. 3576-3581, Dec. 1992.

KAWASUE, K. et al. Three-dimensional shape measurement system for black cattle using KINECT sensor. **Journal of Circuits, Systems and Signal Processing**, v. 7, n. 4, p. 222-230, 2013.

KENDRICK, J. F.; PARKER, J. B. Estimating the weights of dairy cows from heart-girth measurements. **Journal of Agricultural Research**, Berlin, v. 41, p. 37-49, 1936.

LANNA, D. P. D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de corte das costelas**. 1988. 131 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1988.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. Wallingford: CAB International, 2002. 368 p.

OWENS, F. N. D. R. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, Oct. 1995.

PARK, B. et al. Predicting intramuscular fat and beef longissimus muscle from speed of sound. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 1002-1010, Jan. 1992.

PAULA, N. F. de et al. Predicting carcass and body fat composition using biometric measurements of grazing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 7, p. 3341-3351, July 2013.

PAULINO, P. V. R. et al. Validação das equações desenvolvidas por hankins e howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 327-339, jan./fev. 2005.

SAINZ, R. D. et al. Pecuária de precisão: apartação de lotes pelo computador. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7.;INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE, 2., 2011, Viçosa, MG. **Proceedings...** Viçosa, MG: UFV, 2011. v. 1, p. 217-235.

SILVA, F. F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína.** 2001. 211 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **User's guide.** Cary, 2003. 129 p.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; GUIROY, P. J. A decision support system to improve individual cattle management: 1., a mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, Essex, v. 79, n. 2, p. 171-204, Feb. 2004.

VIEIRA, M. F. et al. Predição do peso ao nascimento pela ultrassonografia tridimensional usando o volume do braço fetal. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 4, p. 190-195, 2008.