



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAIO JULIO LIMA HERBSTER

AJUSTE DE PESO PARA OVINOS DESLANADOS EM CRESCIMENTO

FORTALEZA

2020

CAIO JULIO LIMA HERBSTER

AJUSTE DE PESO PARA OVINOS DESLANADOS EM CRESCIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientadora: Profa. Dra. Elzania Sales Pereira.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

H461a Herbster, Caio Julio Lima.

Ajuste de peso para ovinos deslanados em crescimento / Caio Julio Lima Herbster. –
2020.

39 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2020.

Orientação: Profa. Dra. Elzania Sales Pereira.

1. Peso de Corpo Vazio. 2. Modelos Matemáticos. 3. Ganho de Peso. 4. Validação
Cruzada. 5. Regressão. I. Título.

CDD 636.08

CAIO JULIO LIMA HERBSTER

AJUSTE DE PESO PARA OVINOS DESLANADOS EM CRESCIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição animal e Forragicultura.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Elzania Sales Pereira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Paulo Ismerio dos Santos Monnerat
Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE)

Dra. Jocely Gomes de Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, fonte de todo meu ser e à minha família, Paulo Fernando, Maria Aurilia e Paulo Vinicius.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio nos momentos de provação.

À Universidade Federal do Ceará e ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

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

À Prof^a Dr^a. Elzania Sales Pereira, por acreditar em meu trabalho, pela dedicação e conhecimentos dispensados a mim durante o período do Mestrado, muito obrigado!

Aos professores Luciano Pinheiro da Silva e Marcos Inácio Marcondes, pela dedicação e paciência durante o período das análises estatísticas e pelo conhecimento dispensado a mim sobre modelos matemáticos.

Aos professores Luciano Cabral e Iraides Furusho, pelas colaborações valiosas durante a redação desse estudo.

A todos os pesquisadores que cederam seus bancos de dados para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Aos participantes a banca, pela disponibilidade e colaboração para a melhoria do trabalho.

Aos meus pais Paulo e Aurilia e ao meu irmão Paulo Vinicius, vocês são a minha base e porto seguro, obrigado!

À minha namorada Ana Beatriz, grande companheira nos momentos de alegria e desânimo durante essa caminhada.

A todos os amigos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pelos bons momentos vividos. Vocês fizeram meus dias ficarem melhores.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.” (Ayrton Senna).

RESUMO

O objetivo deste estudo foi estabelecer as relações entre peso corporal (PC), peso corporal em jejum (PCJ) e peso de corpo vazio (PCVZ), e entre ganho médio diário (GMD) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) para ovinos deslanados criados em clima tropical nas fases de crescimento e terminação. Os bancos de dados foram obtidos a partir de 32 estudos, totalizando 1145 observações com três classes sexuais (machos não-castrados, machos castrados e fêmeas) e dois sistemas de criação (pasto e confinamento). O PCJ (kg) pelo PC, o PCVZ pelo PCJ e o GPCVZ pelo GMD foram estimados de acordo com regressão linear sob um modelo de coeficiente aleatório, considerando o estudo como efeito aleatório e incluindo a possibilidade de covariância entre o coeficiente de inclinação e o intercepto. Não foi possível testar o efeito do sistema de produção devido ao pequeno número de estudos e ao fato de que cada estudo possuía apenas um sistema de alimentação. Os coeficientes obtidos através de regressão linear do PCJ com base do PC, PCVZ com base no PCJ e GPCVZ a partir do GMD não diferiram entre classe sexual ($P > 0,05$) e genótipo ($P > 0,05$). As equações geradas para estimar o PCJ, PCVZ e GPCVZ são as seguintes: $PCJ = -0,5470 (\pm 0,2025) + 0,9313 (\pm 0,019) \times PC$; $PCVZ = -1,4944 (\pm 0,3639) + 0,8816 (\pm 0,018) \times PCJ$; e $GPCVZ = 0,906 (\pm 0,019) \times GMD$, respectivamente. Os pequenos vieses encontrados na análise de bootstrap para os interceptos foram -0,00639 e -0,0000003 para as Equações 1 e 2, respectivamente. Os pequenos vieses no coeficiente angular de 0,000279, 0,00014 e -0,000309 para as Equações 1, 2 e 3, respectivamente, sugeriram que as variáveis eram consistentes e suficientes para prever o PCJ, PCVZ e GPCVZ. Os baixos valores do RMSE encontrados na análise de validação cruzada confirmaram a confiabilidade dessas equações. A correlação média r e R^2 entre os valores previstos e observados de cada modelo foi alta ($r = 0,97$ e $R^2 = 0,94$) para os modelos que predizem o PCJ, PCVZ e GPCVZ. Considerando um ovino com um PC de 30 kg e um GMD de 100 g, as medidas de PCJ, PCVZ e GPCVZ estimadas utilizando as equações geradas são 27; 22,65 e 0,090 kg, respectivamente.

Palavras-chave: Peso de corpo vazio. Modelos matemáticos. Ganho de peso. Validação cruzada. Regressão.

ABSTRACT

The objective of the study was to establish the relationships between body weight (BW), fasting BW (FBW), empty BW (EBW), and between average daily gain (ADG), and empty BW gain (EBWG) for hair sheep in growing and finishing phases in tropical climates. Databases were obtained from 32 studies, for a total of 1145 observations; there were 3 sex classes (non-castrated male, castrated male and female), and two feeding systems (pasture and feedlot). The FBW (kg), EBW and EBWG (kg/day) were estimated according to linear regression. A random coefficient model was adopted, considering the study as a random effect and including the possibility of covariance between the slope and the intercept. It was not possible to test the effect of the production system due to the smaller number of studies and because the fact that each study contained only one type of feeding system. The coefficients obtained from the linear regression of the FBW against the BW, EBW against the FBW and EBWG against the ADG did not differ between sex class ($P > 0.05$) and genotype ($P > 0.05$). The equations generated to estimate FBW; EBW; and EBWG are as follows: $FBW = -0.5470 (\pm 0.2025) + 0.9313 (\pm 0.019) \times BW$; $EBW = -1.4944 (\pm 0.3639) + 0.8816 (\pm 0.018) \times FBW$; and $EBWG = 0.906 (\pm 0.019) \times ADG$, respectively. The small biases found in the bootstrap analysis for the intercepts were -0.00639 and -0.0000003 for Equations 1 and 2, respectively. The small biases in the slopes of 0.000279, 0.00014 and -0.000309 for Equations 1, 2 and 3, respectively, suggested that the variables were consistent and sufficient for predicting the FBW, EBW and EBWG. The low root mean squared error (values found in the cross-validation confirmed the reliability of these equations. The average correlation r and R^2 between the predicted and observed values of each model were higher ($r=0.97$ and $R^2=0.94$) for the FBW, EBW and EBWG predictor models. Considering a sheep with a BW of 30 kg and a 100 g ADG, the estimated FBW, EBW and EBWG calculated using the generated equations are 27, 22.65 and 0.090 kg, respectively.

Keywords: Empty body weight. Mathematical models. Weight gain. Cross validation. Regression.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Caracterização do rebanho de ovinos deslanados no Brasil.....	13
2.2	Considerações sobre o crescimento animal e as formas de quantificá-lo.....	14
2.3	Modelos Matemáticos.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	Critério de Inclusão dos Estudos.....	20
3.2	Estimativas das variáveis.....	23
3.3	Análise estatística.....	24
4	RESULTADOS.....	25
5	DISCUSSÃO.....	29
6	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Os pequenos ruminantes desempenham um papel importante na segurança alimentar e econômica em diversas partes do mundo, em especial nas regiões de clima tropical e semiárido (MLAMBO; MAPIYE, 2015). O êxito na produção de ruminantes em ambientes tropicais depende em parte do potencial de produção dos animais e de sua capacidade de se adaptar ao meio onde estão inseridos (PEREIRA et al., 2017). Nesse contexto, os sistemas de produção presentes nessas regiões necessitam de grupos genéticos que sejam capazes de suportar condições adversas impostas pelo meio (COSTA et al., 2013). Sendo assim, os ovinos deslanados e seus cruzamentos se destacam devido à sua resistência e habilidade de adaptação a climas tropicais e semiáridos (PEREIRA et al., 2018), sendo utilizados principalmente na produção de carne (PEREIRA et al., 2014).

Para se estabelecer boas estratégias de criação, é necessário conhecimento das exigências nutricionais dos animais de forma a garantir eficiência no desempenho e que este possa ser mensurado de maneira precisa e acurada (TEDESCHI et al., 2010).

Diferentes mensurações são usadas para avaliar os efeitos nutricionais no crescimento, desempenho e exigências dos animais como: peso corporal (ROHR; DAENICKE, 1984), peso em jejum (NRC, 2007) e ganho de peso (GIONBELLI et al., 2015). Essas medidas são usadas em condições práticas ou nos ensaios experimentais de avaliação de alimentos e desempenho dos animais. No entanto, são influenciadas pelo conteúdo do trato gastrointestinal (MARCONDES et al., 2010), sendo este uma fonte de erro. O peso do corpo vazio é a medida que demonstra a massa real do animal, sendo utilizado como base para cálculos de exigências nutricionais (PEREIRA et al., 2017). No entanto, é uma medida laboriosa, pois só pode ser obtida após o abate dos animais com a reconstituição das partes integrantes do corpo livre de conteúdo do trato gastrointestinal (REGADAS FILHO et al., 2013; PEREIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2018). Sendo assim, modelos matemáticos têm sido utilizados para estimativa de desempenho tanto em ovinos (CANNAS et al., 2004) quanto em bovinos (VALADARES FILHO et al., 2016) e se configuram como uma ferramenta importante para reduzir o desperdício de recursos e otimizar a produção animal (TEDESCHI et al., 2006; 2010).

Esse estudo foi conduzido com o objetivo de determinar com precisão, por meio de modelos matemáticos, o peso e o ganho de peso de ovinos deslanados em função do estado alimentar e criados em regiões tropicais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do rebanho de ovinos deslanados no Brasil

A ovinocultura se configura como uma atividade econômica importante, pois é empregada tanto em sistemas extensivos ligados à produção familiar como também a sistemas intensivos com um maior grau de tecnificação (TORO-MUJICA et al., 2015). No Brasil, o rebanho ovino, tendo como exceção a região Sul, é formado principalmente por animais deslanados (OLIVEIRA et al., 2005), sendo cerca de metade desse rebanho localizado na região Nordeste (RODRIGUES et al., 2014). Essa disseminação de animais deslanados ocorreu principalmente devido à capacidade de adaptação desses animais a climas tropicais e a sazonalidade na oferta de alimentos (COSTA et al., 2013; PEREIRA et al., 2018).

Nesse contexto, alguns grupos genéticos de ovinos deslanados se destacam, principalmente o Santa Inês, grupo com maior representatividade no rebanho nacional devido à sua capacidade de adaptação ao clima tropical e ao seu potencial aceitável de produção (REGADAS FILHO et al., 2013). Outro grupo genético de destaque entre os ovinos deslanados é a raça Morada Nova, que se caracteriza pelo menor porte, sendo geralmente mais tardios ao abate se comparados às demais raças deslanadas e produzem carcaças mais leves (ARAÚJO et al., 2017).

Um grupo que apresenta um diferencial entre os ovinos deslanados é a raça Somalis Brasileira, pois animais dessa raça parecem atingir a maturidade dos componentes químicos com maior precocidade em comparação às demais raças deslanadas (PEREIRA et al., 2014), muito embora poucos estudos tenham sido direcionados a esse grupo, sendo utilizados principalmente em cruzamentos para a produção de carne. Os animais sem padrão racial definido (SPRD) também compõem uma parte significativa do rebanho, sendo originários de cruzamentos ao acaso realizados em raças introduzidas durante o período colonial, caracterizados por sua rusticidade e adaptação a ambientes com escassez de água e alimento (RODRIGUES et al., 2014; 2016).

Embora as raças deslanadas possuam maior adaptação às condições presentes em climas tropicais, essas apresentam um desempenho e ganho de peso inferior se comparadas às raças especializadas para a produção de carne (REGADAS FILHO et al., 2013). Dessa maneira, têm sido realizados cruzamentos entre animais

deslanados e animais especializados na produção para corte com o objetivo de melhorar o desempenho e as características de carcaça.

Nesse contexto, a raça Dorper vem se destacando devido ao seu potencial de produção, apresentando elevados rendimentos de carcaça (CLOETE et al., 2000; GARCIA et al., 2010; CHAY-CANUL et al., 2016). Essa raça foi desenvolvida na África do Sul a partir do cruzamento de animais Black Head Persian, com animais da raça Dorset Horn, com o objetivo principal de produzir uma raça com maior adaptação e com capacidade de produzir cordeiros de rápido crescimento, com carcaças de qualidade (MILNE, 2000).

Devido a essas características, a raça Dorper é bastante utilizada em sistemas de produção na ovinocultura de corte para cruzamentos de terminação (SNOWDER; DUCKETT, 2003). Diante disso, o cruzamento entre ovinos Santa Inês e Dorper vem ganhando destaque, pois esses apresentam adaptação as condições impostas pelo ambiente (SANTOS et al., 2006) e possuem características desejáveis de carcaça (GARCIA et al., 2010). Além disso, os mestiços gerados a partir desse cruzamento parecem apresentar carne com um valor nutricional superior aos animais Santa Inês puros no que diz respeito ao perfil de ácidos graxos (MADRUGA et al., 2006).

2.2 Considerações sobre o crescimento animal e as formas de quantificá-lo

O crescimento animal pode ser definido por dois aspectos principais: o primeiro seria relativo ao acúmulo de massa por uma unidade de tempo e o segundo está relacionado às mudanças que ocorrem na forma e na composição dos componentes do corpo do animal (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Biologicamente, o aumento de massa que ocorre durante o crescimento é devido ao processo de hiperplasia celular (produção de novas células), que ocorre no período de desenvolvimento embrionário, e por hipertrofia celular (aumento do tamanho das células) que ocorre após o nascimento do animal, originando novos tecidos que possuem diferentes estruturas e funções (OWENS et al., 1993; SANTOS et al., 2002).

Os principais tecidos que compõem o corpo do animal são o tecido ósseo, o muscular e o adiposo que se desenvolvem de maneira alométrica, ou seja, as taxas de crescimento de cada tecido são diferentes nas diversas fases do

crescimento do animal (SANTOS et al., 2001; BERG et al., 1978), em que o tecido ósseo apresenta um desenvolvimento mais precoce, o muscular intermediário e o adiposo se desenvolve mais tardiamente (SANTOS et al., 2002).

Em paralelo a esses tecidos, os principais componentes químicos presentes no corpo do animal são: a proteína, a gordura, a água e a matéria mineral. Essa relação de paralelismo que existe entre os tecidos e componentes químicos pode ser influenciada por diversos fatores como: a classe sexual, a idade, o peso a maturidade, a genética e o nível nutricional (NRC, 2007).

O crescimento animal pode ser representado graficamente por meio de uma curva de formato sigmoide que pode ser dividida em duas fases principais: a fase inicial de crescimento acelerado e a fase de redução de crescimento em que o animal se aproxima da maturidade fisiológica (OWENS et al., 1993). A fase de crescimento acelerado é caracterizada pelo desenvolvimento completo de ossos e músculos até o crescimento atingir o ponto de inflexão da curva (SANTOS et al., 2002), em que a deposição de tecido muscular se estabiliza e de tecido adiposo aumenta à medida que o animal se aproxima da maturidade fisiológica (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

A maior deposição de tecido adiposo é utilizada como um indicador da maturidade fisiológica, porém esse não é tão preciso, uma vez que a deposição de gordura é influenciada pelo nível de energia da dieta (OWENS et al., 1995). Assim, o indicador de maior precisão da maturidade é a estabilização da deposição da proteína no corpo vazio, sendo a maturidade definida como o momento em que a deposição de proteína no corpo alcança seu ponto máximo e atinge um platô, ou seja, o acréscimo de proteína no corpo do animal é reduzido a praticamente zero (VALADARES FILHO; CHIZZOTTI; PAULINO, 2009).

Durante o crescimento, as diferentes taxas de deposição de tecidos modificam a composição física e química do corpo do animal, e essa deposição é influenciada principalmente pelo plano nutricional, pela raça e pela classe sexual do animal (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Segundo HOGG (1991), períodos de restrição alimentar que provocam estado de manutenção ou perda de peso influenciam no peso e na proporção dos órgãos internos, principalmente os que possuem metabolismo elevado, como no caso do trato gastrointestinal (TGI).

A classe sexual também influencia a deposição dos tecidos durante o crescimento do animal (NRC, 2007). Os machos não-castrados apresentam menor

deposição de proteína; já as fêmeas apresentam maior deposição de gordura atingindo um peso a maturidade mais precocemente e os machos castrados possuem características intermediárias entre machos não-castrados e fêmeas (PAULINO et al., 2009). Além disso, existem diferenças entre raças no que diz respeito à maturidade fisiológica, existindo animais que atingem a maturidade mais precocemente ou mais tardiamente (SHANIN; BERG, 1985), sendo o peso a maturidade relacionado ao desenvolvimento corporal do animal.

Os grupos genéticos têm deposições de tecidos e desenvolvimentos de órgãos distintos. PERON et al. (1993), em estudo com raças de bovinos de aptidão leiteira e de corte, observaram que os animais voltados para a produção de leite possuem TGI mais pesados se comparados aos animais voltados para corte, fato que pode ser explicado devido à seleção para a função leiteira, o que exige um consumo maior de alimento por esses animais. Dessa maneira, a velocidade e a proporção com que os tecidos são depositados, assim como o desenvolvimento da massa de órgãos internos, têm influência sobre o peso e ganho de peso dos animais (BLACK et al., 1989; SHANIN; BERG, R. T.; PRICE, M. A et al., 1993).

O crescimento animal é mensurado geralmente por medidas de peso em idades padrão ou por ganhos de peso em intervalos de tempo definidos (HAMMOND, 1966). Uma das medidas mais utilizadas na mensuração do crescimento é o peso corporal do animal (PC), também referenciado na literatura como peso vivo, que representa a mensuração do peso de um animal sem um período de jejum prévio. No entanto, essa medida não é tão precisa uma vez que é influenciada pelas variações que ocorrem, principalmente, no conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) (ZINN, 1990; OWENS et al., 1995).

Uma alternativa para reduzir a influência que o CTGI exerce sobre a mensuração é a realização de um período de jejum obtendo-se a medida peso corporal em jejum (PCJ). Essa medida é bastante utilizada em ensaios experimentais que visam avaliar o desempenho de animais submetidos a diferentes tratamentos e, a partir dessas mensurações, o ganho médio diário (GMD) que é a medida obtida entre a diferença da pesagem final e inicial dividida pelo número de dias do ensaio experimental, pode ser quantificado (GIONBELLI et al., 2016). Na literatura são encontradas referências de períodos de jejum de aproximadamente 16 a 18 horas, podendo ser jejum apenas de sólidos como também hídrico (COSTA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014; PEREIRA et al., 2014).

Muito embora o PCJ represente de maneira mais satisfatória a massa corporal do animal do que o PC, ainda existe uma fração significativa do CTGI nessa mensuração que pode influenciar nessa medida. O CTGI pode sofrer influência de diversos fatores, dentre os quais: o plano nutricional dos animais, grupo genético, estado fisiológico e o tempo de jejum (ARC, 1980). Quando os animais são submetidos a dietas que possuem uma maior proporção de volumoso o TGI, possuirá um enchimento proporcional ao tamanho de partículas do volumoso, por outro lado, com a inclusão de concentrado, o CTGI diminui, uma vez que os concentrados apresentam um coeficiente de digestibilidade maior se comparados a alimentos volumosos (ARC, 1980; ROHR; DAENICKE, 1984; MEDEIROS et al., 2008). No Brasil, a relação entre o peso de corpo vazio e o peso do CTGI é elevada em ovinos, devido principalmente às forragens que são utilizadas nos sistemas de pastejo possuírem uma baixa digestibilidade e às altas relações volumoso: concentrado utilizadas nos sistemas de confinamento (FONTENELE et al., 2010).

Essas variações impostas pelo preenchimento do TGI são as maiores fontes de erros nas mensurações para determinar o crescimento em animais ruminantes (LOFGREEN, G. P.; HULL, J. L.; OTAGAKI, K. K. et al., 1962). Dessa maneira, a massa corporal real do animal só pode ser mensurada quando a influência do CTGI é completamente eliminada.

A medida que representa com exatidão a massa real do corpo do animal é o peso de corpo vazio (PCVZ), que só pode ser obtido quando o animal é abatido, suas vísceras são esvaziadas, escorridas e pesadas juntamente com as demais partes integrantes do corpo do animal (OLIVEIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2018), ou seja, o PCVZ e o peso do animal ao abate menos o CTGI. Esse é o índice de maior precisão na representação do conteúdo de nutrientes e energia retidos no corpo do animal (OWENS et al., 1995), sendo utilizado em cálculos para expressar as exigências nutricionais (GIONBELLI et al., 2015). Além do PCVZ, o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) é outra medida importante para mensuração de crescimento, desempenho e determinação de exigências nutricionais. É obtido pela técnica de abate comparativo; nessa técnica, um grupo de animais referência escolhido é aleatoriamente selecionado no início do ensaio experimental para que possa ser estimado o PCVZ e composição corporal inicial dos animais remanescentes. Assim como o PCVZ, o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) representa de maneira segura o acúmulo de massa do animal se comparado ao

GMD, pois os erros relacionados ao enchimento do TGI são eliminados nessa mensuração (MARCONDES et al., 2010).

Devido às medidas PVCZ e GPCVZ serem obtidas de maneira laboriosa, modelos matemáticos vêm sendo gerados para estimar o peso de corpo vazio PCVZ com base PC ou PCJ e também o GPCVZ com base no ganho médio diário GMD, tanto para bovinos (VALADARES FILHO et al., 2016) como para ovinos (CANNAS et al., 2004). Porém, poucas informações foram direcionadas aos ovinos deslanados (CHAY- CANUL et al., 2014), sendo fundamental estabelecer essas relações de peso para os ovinos deslanados e seus cruzamentos.

2.3 Modelos Matemáticos

A produção científica mundial apresentou uma evolução exponencial nos últimos anos, em virtude principalmente do interesse contínuo no desenvolvimento de novas tecnologias. Porém, esse número elevado de publicações dificultou o processo de análise para a seleção de uma literatura qualificada, o que pode gerar dificuldades na contextualização do problema e erros de interpretação ou em análises (LOVATTO et al., 2007).

Diante do exposto, são necessários métodos que possam sumarizar e analisar as informações publicadas, sendo a modelagem uma ferramenta de integração dos resultados obtidos nas pesquisas. A modelagem é a representação matemática de um sistema biológico que integra conhecimento gerado ao longo do tempo e permite inferir as modificações de determinados parâmetros sobre o comportamento desse sistema (CHIZZOTTI et al., 2010).

Segundo SAUVANT (1992), os passos para a formulação de um modelo matemático são: delinear objetivos, formular hipóteses qualitativas e quantitativas, determinar os parâmetros do modelo e realizar as avaliações. Um método estatístico que pode ser utilizado para sumarizar os dados de experimentos distintos é a meta-análise (CHIZZOTTI et al., 2010).

A meta-análise é um artifício estatístico que consiste em avaliar quantitativamente e de forma resumida resultados oriundos de diferentes estudos, mas que possuem uma relação, com o objetivo principal de combinar os dados de trabalhos já publicados e chegar a uma conclusão geral sobre o tema em questão, quantificando o efeito do estudo sobre o modelo matemático baseado em resultados

de experimentos diferentes (GLASS, 1976). Em geral, os estudos apresentam diferenças significativas (AZEVEDO et al., 2010) e quando essas diferenças e os efeitos de estudo não são considerados sobre os dados apresentados envolvendo diversos experimentos, erros podem estar presentes nos parâmetros das equações de regressão dos modelos matemáticos (ST-PIERRE, 2001).

A utilização da meta-análise possibilita um aumento no número de observações e melhora o poder estatístico em testes de hipóteses, ocorrendo a possibilidade de generalização de conclusões de estudos, observações sobre a variabilidade entre os ensaios experimentais, identificando a necessidade de realização de novos ensaios experimentais e, no caso de resultados discordantes, possibilita uma inferência geral sobre o assunto (D'AGOSTINO; WEINTRAUB, 1995; GIANNOTTI et al., 2002).

Após a utilização do artifício da meta-análise para agrupar, sumarizar os dados da literatura para determinação dos parâmetros do modelo, este deve ser avaliado quanto à precisão e à acurácia das estimativas (TEDESCHI et al., 2006). Nesse contexto, métodos de amostragem como a validação cruzada e o bootstrap vêm sendo utilizados para determinar a confiabilidade do modelo (SOUSA, 2017).

A validação cruzada é um método de seleção para modelos matemáticos que se baseia na capacidade de predição do modelo testado. O procedimento de validação consiste na divisão do banco de dados em duas partes com n dados para a predição do modelo e $n-n$ partes para avaliar a capacidade de predição do modelo (DAVISON; HINKLEY, 1997). Ao final do procedimento, a acurácia final do modelo validado é igual à média das acurácias de cada parte da validação (FELIX et al., 2013).

O método bootstrap é uma técnica introduzida por EFRON (1979), que se baseia em reamostragens do banco de dados utilizado no estudo em questão. Utilizando como base as reamostras do banco de dados, é possível obter os intervalos de confiança e testes de hipótese sobre os estimadores gerados, podendo ser utilizado como complemento para as argumentações obtidas em outros métodos (DAVISON; HINKLEY, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A aprovação do comitê de ética não foi necessária nesse estudo, pois os dados utilizados para sua execução foram coletados de estudos anteriormente publicados.

3.1 Critérios de Inclusão dos Estudos

Foram incluídos apenas estudos que continham informações individuais de cada animal alimentados em nível de manutenção e alimentados em pelo menos dois níveis acima da manutenção. Além disso, foram incluídos apenas estudos que continham informações de ovinos deslanados e cruzados criados em regiões tropicais contendo pelo menos uma das seguintes variáveis quantitativas: PC, PCJ, PCVZ, GMD e GPCVZ. Os bancos de dados foram obtidos a partir de 32 estudos, totalizando 1145 observações, com três classes sexuais (inteiros, castrados e fêmeas) e dois sistemas de criação (pastejo e confinamento) (Tabela 1). Não foi possível avaliar o efeito do sistema de criação devido ao número insuficiente de observações presentes no banco de dados. As raças mais representativas no banco de dados foram: Santa Inês (n = 473), Morada Nova (n = 70) e Somalis Brasileira (n = 47). Os demais animais presentes no banco de dados eram mestiços advindos principalmente de cruzamentos entre as raças Santa Inês x Dorper, seguidos pelo cruzamento entre o Santa Inês e animais SPRD, animais SPRD e uma pequena parte oriunda de animais mestiços de Santa Inês e o genótipo lanado (Texel, Lacaune e Bergamácia) (n = 555), sendo os principais cruzamentos entre a raça Santa Inês e Dorper. Uma análise descritiva das variáveis utilizadas no estudo é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1 – Sumário de estudos utilizados para desenvolver as equações de predição de pesos e ganhos de peso de ovinos deslanados

Estudo ¹	n	Classe Sexual	Raça	Sistema de Alimentação
GARCIA et al., 2009	103	NC/F	CRU	Confinamento
GARCIA et al., 2010	36	NC	SI; CRU	Confinamento

(continua)

Tabela 1 – Sumário de estudos utilizados para desenvolver as equações de predição de pesos e ganhos de peso de ovinos deslanados

Estudo ¹	n	Classe Sexual	Raça	Sistema de Alimentação
SILVA et al., 2010	32	C	SI	Pasto
PEREIRA, 2011	30	NC	SI	Confinamento
PINTO et al., 2011	9	NC	SI	Confinamento
LIMA, 2012	39	NC	CRU	Confinamento
SILVA, 2012	29	NC	CRU	Confinamento
SOARES et al., 2012	6	NC/F	CRU	Confinamento
ALVARENGA, 2013	13	NC	CRU	Pasto
COSTA et al., 2013	47	NC	MN	Confinamento
REGADAS FILHO et al., 2013	20	NC	SI	Confinamento
CAETANO, 2014	40	NC	CRU	Confinamento
OLIVEIRA et al., 2014	34	NC	SI	Confinamento
PEREIRA et al., 2014	47	NC	SB	Confinamento
BASTOS et al., 2015	25	NC	SI	Confinamento
RODRIGUES et al., 2015	14	NC/C/F	CRU	Confinamento
BEZERRA et al., 2016	45	NC	CRU	Confinamento
ELIAS et al., 2016	36	NC	CRU	Confinamento
LUZ et al., 2016	45	NC	CRU	Confinamento
LEOPOLDINO JÚNIOR, 2016	23	NC	SI; CRU	Confinamento
SANTOS et al., 2016	45	C	CRU	Confinamento

Tabela 1 – Sumário de estudos utilizados para desenvolver as equações de predição de pesos e ganhos de peso de ovinos deslanados

Estudo ¹	n	Classe Sexual	Raça	(conclusão)	
				Sistema de Alimentação	
SANTOS et al., 2016	29	NC	SI	Confinamento	
SILVA et al., 2016	39	NC	CRU	Confinamento	
CAMPOS et al., 2017	26	NC	CRU	Confinamento	
PEREIRA et al., 2017	16	NC/C	SI	Confinamento	
SILVA et al., 2017	40	NC	CRU	Confinamento	
ASSIS et al., 2018	15	NC	SI	Pasto	
MAGALHÃES, 2018	80	NC	SI	Confinamento	
NASCIMENTO, 2018	107	C	SI	Confinamento	
PEREIRA et al., 2018	23	NC/C/F	MN	Confinamento	
RIBEIRO et al., 2018	12	NC	CRU	Confinamento	
SANTOS, 2018	40	NC	SI	Confinamento	

Fonte: elaborada pelo autor.¹

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas para gerar as equações para o ajuste de peso de ovinos deslanados

Variável	N	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	DP	(continua)
							CV
PC	520	10,12	54,4	31,14	30,40	9,78	32
PCJ	1217	8,4	62,2	32,7	32,40	9,32	29
PCVZ	619	6,58	42,31	23,66	23,93	8,38	35
GMD	882	-0,028	0,387	0,182	0,170	0,066	38

¹ NC= Não-castrado; C= Castrado; F= Fêmeas; SI= Santa Inês; SB= Somalis Brasileiro; MN= Morada Nova; CRU= Cruzados

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas para gerar as equações para o ajuste de peso de ovinos deslanados

Variável	N	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	(conclusão)	
						DP	CV
GPCVZ	293	-0,035	0,242	0,096	0,100	0,057	57

Fonte: elaborada pelo autor.²

3.2 Estimativas das variáveis

O peso corporal em jejum foi estimado a partir do peso corporal do animal pela seguinte equação:

$$\text{Equação 1. } PCJ = \beta_0 + \beta_1 \times PC$$

Em que PCJ= peso de corpo em jejum (kg), PC= peso corporal (kg) e β_0 e β_1 são os coeficientes da equação de regressão.

O peso de corpo vazio foi estimado a partir do peso corporal em jejum, pela seguinte equação de regressão linear:

$$\text{Equação 2. } PCVZ = \beta_0 + \beta_1 \times PCJ$$

Em que PCVZ= peso de corpo vazio (kg), PCJ= peso corporal em jejum (kg) e β_0 e β_1 são os coeficientes da equação de regressão linear.

O ganho de peso de corpo vazio foi estimado a partir do ganho médio diário, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Equação 3. } GPCVZ = \beta_0 + \beta_1 \times GMD$$

Em que GPCVZ= Ganho de peso de corpo vazio (kg), GMD= Ganho médio diário (kg) e β_0 e β_1 são os parâmetros determinados a partir da regressão linear.

Animais de desempenho e referência foram utilizados para desenvolver a equação do PCVZ, mas somente animais de desempenho foram utilizados para desenvolver a equação do GPCVZ, devido ao padrão de crescimento dos animais de diferir de animais alimentados ao nível de manutenção. Os animais de referência são aqueles abatidos no início do ensaio experimental para estimar a composição

² PC= Peso Corporal; PCJ= Peso corporal em jejum; PCVZ= Peso de corpo vazio; GMD= Ganho médio diário; GPCVZ= Ganho de peso de corpo vazio; DP= Desvio padrão; CV= Coeficiente de variação

corporal e o PCVZ inicial. Animais de desempenho são aqueles submetidos a testes experimentais e alimentados pelo menos dois níveis acima da manutenção.

3.3 Análise estatística

Foi adotado um modelo de coeficiente aleatório, considerando o estudo como efeito aleatório e incluindo a possibilidade de covariância entre o coeficiente angular e o intercepto. Foram testados quatro tipos de estruturas de variância e covariância: componentes de variância, não estruturado, autorregressivo heterogêneo e média móvel autorregressiva. O critério de informação de Akaike de cada estrutura de variância e covariância foi avaliado para definir o melhor modelo. O parâmetro de covariância foi considerado diferente de zero quando o valor de p foi menor que 0,10. Os *outliers* foram removidos quando o valor absoluto dos resíduos de Student foram maiores que 2 ou menores que - 2. Os níveis de significância de 0,05 e 0,20 foram adotados para efeitos fixos e aleatórios, respectivamente. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o procedimento MIXED do software de análise estatística SAS, com o seguinte modelo matemático: $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + s_i + b_i X_{ij} + e_{ij}$, onde Y_{ij} = variável dependente Y observada no nível j da variável independente X no estudo i ; β_0 = interceptação geral para todos os dados do estudo (o modelo estatístico empregado para análise dos dados foi efeito fixo); β_1 = coeficiente de regressão geral de Y em X para todos os dados do estudo (efeito fixo); X_{ij} = valor observado j da variável independente X no estudo i ; s_i = efeito aleatório do estudo i na interceptação β_0 ; b_i = efeito aleatório do estudo i no coeficiente de regressão β_1 no estudo i ; e e_{ij} = erro aleatório.

Uma análise de robustez das equações foi realizada por bootstrap utilizando o pacote de boot, versão 1.3 (CANTY E RIPLEY, 2017). O bootstrap foi realizado replicando o banco de dados e reamostrando esse conjunto de amostras 2.000 vezes (SIMON, 1997), o que nos permitiu estimar os vieses para as equações empíricas. Em separado, a técnica de validação cruzada foi utilizada para estimar o *root mean square error* (RMSE) de cada equação empírica de acordo com DAVISON E HINKLEY (1997), utilizando o pacote DAAG, versão 1.22 (MAINDONALD E BRAUN, 2015), utilizando o software estatístico R nos dois procedimentos.

4 RESULTADOS

Os coeficientes obtidos pela regressão linear do PCJ a partir de PC, PCVZ a partir do PCJ e GPCVZ a partir do GMD não diferiram significativamente para os efeitos de classe sexual e grupo genético ($P>0,05$). Assim, foram geradas equações de regressão linear simples para todos os animais:

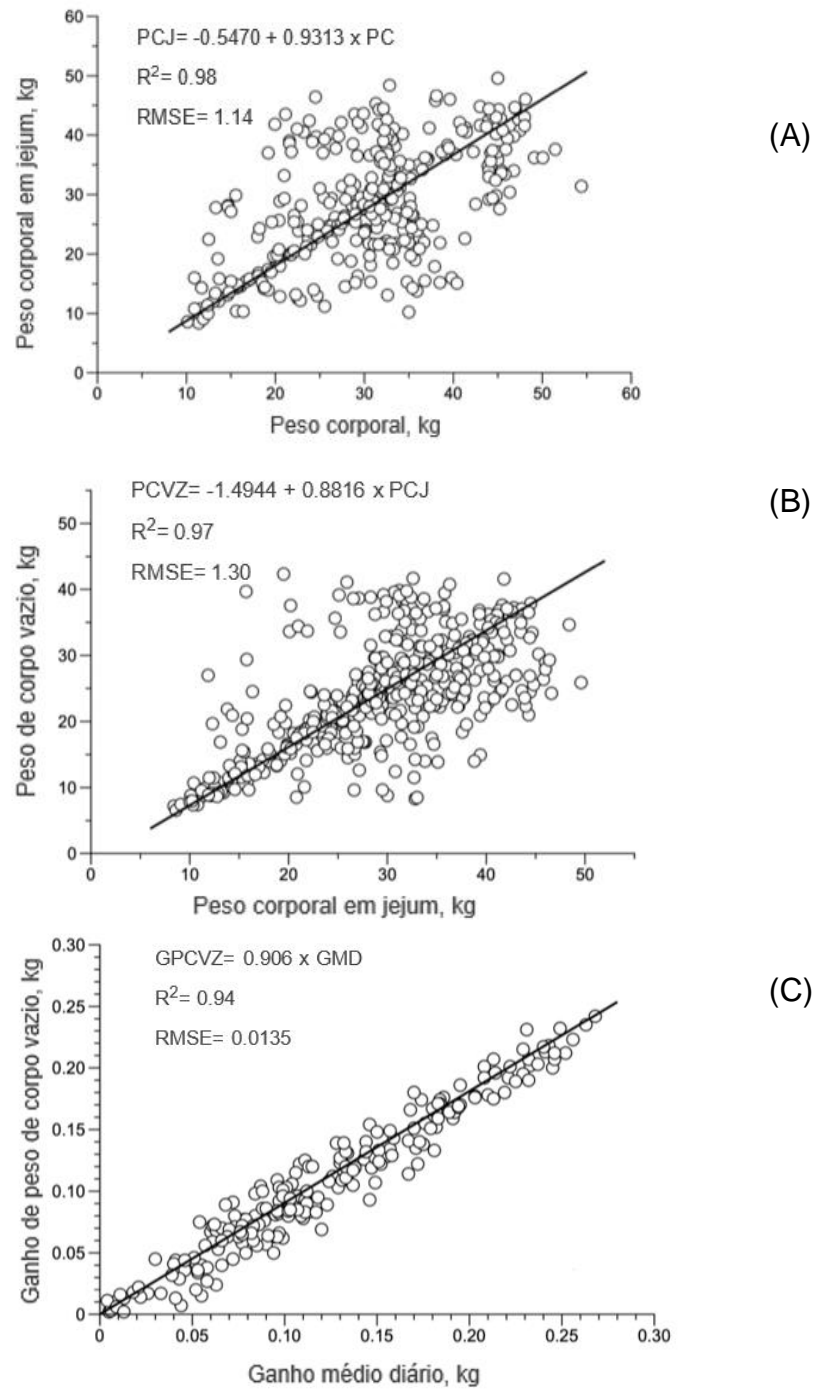
Equação 1. $PCJ \text{ (kg)} = -0,5470 (\pm 0,2025) + 0,9313 (\pm 0,019) \times PC$ ($R^2 = 0,98$; $RMSE = 1,14$),

Equação 2. $PCVZ = -1,4944 (\pm 0,3639) + 0,8816 (\pm 0,018) \times PCJ$ ($R^2 = 0,98$; $RMSE = 1,30$),

Equação 3. $GPCVZ = 0,906 (\pm 0,019) \times GMD$ ($R^2 = 0,94$; $RMSE = 0,0135$).

O intercepto foi utilizado quando biologicamente apropriado e estatisticamente significativo. Uma representação gráfica da relação entre o PCJ e PC, o PCVZ e PCJ e GPCVZ e o GMD são evidenciadas na Figura 1, (A), (B) e (C), respectivamente, assim como a aplicação das equações de predição é apresentada na Tabela 3.

Figura 1 – Relação entre PCJ e PC, o PCVZ e PCJ e GPCVZ e o GMD



Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Aplicações das equações de ajuste de peso de ovinos deslanados

PC	PCJ	PCVZ	GMD	GPCVZ	Redução no PC %	Redução no PCJ %	Redução no GPCVZ %
10	8,77	6,23	0,100	0,090	12,30	28,89	9,4
10	8,77	6,23	0,200	0,181	12,30	28,89	9,4
10	8,77	6,23	0,300	0,272	12,30	28,89	9,4
20	18,08	14,44	0,100	0,090	9,60	20,11	9,4
20	18,08	14,44	0,200	0,181	9,60	20,11	9,4
20	18,08	14,44	0,300	0,272	9,60	20,11	9,4
30	27,39	22,65	0,100	0,090	8,70	17,30	9,4
30	27,39	22,65	0,200	0,181	8,70	17,30	9,4
30	27,39	22,65	0,300	0,272	8,70	17,30	9,4
40	36,71	30,86	0,100	0,090	8,20	15,91	9,4
40	36,71	30,86	0,200	0,181	8,20	15,91	9,4
40	36,71	30,86	0,300	0,272	8,20	15,91	9,4

Fonte: elaborada pelo autor.³

³ PC= Peso Corporal; PCJ= Peso do copo em jejum; PCVZ= Peso de corpo vazio; GMD= Ganho médio diário; GPCVZ= Ganho de peso de corpo vazio

Os pequenos vieses encontrados na análise de *bootstrap* para os interceptos foram $-0,00639$, $-0,0000003$ para as equações 1 e 2, respectivamente. Os pequenos vieses encontrados no coeficiente de inclinação $0,000279$, $0,00014$ e $-0,000309$ para as equações 1, 2 e 3, respectivamente, sugerem que essas variáveis são suficientes e consistentes para a predição do PCJ, PCVZ e GPCVZ. Os resultados da análise de validação cruzada aplicada aos modelos gerados são apresentados na Tabela 4. Os baixos erros quadráticos médios (EQM) encontrados na validação cruzada confirmaram a confiabilidade dessas equações. A correlação média r e R^2 entre os valores previstos e observados foi elevada ($r > 0,97$ e $R^2 > 0,94$) para os modelos preditores PCJ, PCVZ e GPCVZ. Isso sugere que o uso desses modelos pode ser aplicado com segurança para ovinos deslanados.

Tabela 4 – Sumário da validação cruzada para as equações geradas

Equações	Avaliação		N	Média \pm DP	Máximo	Mínimo	Estatísticas			
	Variável Predita	Variável preditora					RMSE	MAE	r	R^2
1	PCJ	PC	339	32,85 \pm 9,16	62,2	8,4	1,14	0,84	0,99	0,98
2	PCVZ	PCJ	507	23,63 \pm 8,13	42,30	6,58	1,30	1,02	0,98	0,97
3	GPCVZ	GMD	219	0,105 \pm 0,057	0,242	0,018	0,0135	0,0107	0,97	0,94

Fonte: elaborada pelo autor.⁴

⁴ PC= Peso corporal; PCJ= Peso do corpo em jejum; PCVZ= Peso do corpo vazio; GMD=ganho médio diário; GPCVZ= Ganho de peso de corpo vazio

5 DISCUSSÃO

Um dos fatores limitantes para a avaliação da eficiência de produção (como a eficiência alimentar) (GIONBELLI et al., 2015) nos ovinos deslanados (CHAY-CANUL et al., 2014) em crescimento (PEREIRA et al., 2017) é a dificuldade de obtenção de estimativas confiáveis na variação do peso. Isso ocorre devido à relação da variação de peso com o estado alimentar (alimentado ou em jejum) do animal. Variações no conteúdo do trato gastrointestinal de animais ruminantes é uma das principais fontes de erro na determinação do PCJ. Alguns estudos anteriores relataram dados sobre ajustes de peso corporal para ovinos em crescimento. Os valores preditos pela equação 1 nesse estudo são inferiores ao valor recomendado por CANNAS et al. (2004), que relata que o PCJ corresponde a 96% do PC, ou seja, uma redução de 4%. Entretanto, os valores preconizados no estudo são semelhantes aos valores relatados por FREETLY et al. (2002), para cordeiros com peso corporal entre 20 e 40 kg que apresentaram reduções como 10% do peso médio maduro do PC.

A contribuição pelo enchimento do trato gastrointestinal (TGI) varia de 5% a 25% do peso corporal (ROBELIN E GEAY, 1984). As variações relacionadas ao preenchimento do TGI podem estar associadas ao tamanho e idade (KOCH et al., 1958; JESSE et al., 1976), dieta (VAN SOEST, 1994), temperatura (principalmente no que se refere à ingestão de água), atividade (WHITEMAN et al., 1954) e jejum (KOCH et al., 1958). Embora a diferença entre PC e PCJ não seja superior a 10% (CANNAS et al., 2004), é importante ser levada em consideração porque o PC é a medida de maior utilização no campo (ARAÚJO et al., 2017), portanto, uma ligação entre os sistemas de produção e o ambiente científico (ZINN, 1990; GIONBELLI et al., 2015).

As reduções no PC após o jejum são maiores nos animais mais leves e estão associadas a menor porcentagem de gordura corporal. Nos animais em crescimento, a composição de ganho apresenta proporções mais altas de proteína (COSTA et al., 2013) e água (REGADAS FILHO et al., 2013), o que facilita as perdas de água durante o jejum. À medida que o animal cresce e se aproxima da maturidade fisiológica, a deposição muscular é reduzida e há um aumento na deposição de tecido adiposo (BERG et al., 1978). Esse acúmulo de gordura na carcaça e nas vísceras pode causar um efeito depressivo no volume do trato

digestivo (OWENS et al., 1995). Outro fator a ser levado em consideração é a velocidade do desenvolvimento relativo do trato gastrointestinal, que é maior em animais mais leves, pois as vísceras apresentam um desenvolvimento mais precoce se comparados aos demais tecidos que compõem o corpo do animal (GALVÃO et al., 1991; OLIVEIRA et al., 1992), consequentemente apresentando um maior volume em animais de menor peso corporal.

O PCVZ é a medida mais precisa para expressar as exigências nutricionais dos ruminantes. Por esse motivo, foram desenvolvidas equações de regressão para estimar o PCVZ a partir do PC ou PCJ (CANNAS et al., 2004). A proporção fixa de $0,851 \times \text{PCJ}$ (NRC, 2007) pode incorrer em erros de estimativa, principalmente quando utilizada para ovinos lanados que apresentam diferentes padrões de crescimento em relação aos ovinos deslanados. Na equação 2, observamos uma redução do PCJ em relação ao PCVZ de uma média de 19% (Tabela 3). CANNAS et al. (2004) relataram uma redução de aproximadamente 15%.

A equação 2 fornece uma estimativa mais precisa do PCVZ para ovinos deslanados criados em condições tropicais. CHAY-CANUL et al. (2014) relataram uma redução de 19% para fêmeas deslanadas, conforme previsto na Equação 2. É importante relatar variações no conteúdo do trato gastrointestinal de ruminantes, que são importantes fontes de erro na mensuração de PCJ. É bem provável que o tipo de dieta influencie a taxa de passagem (VAN SOEST, 1994), bem como o tempo de jejum estabelecido entre a última alimentação e o abate (WILLIAMS et al., 1992). O primeiro passo na determinação das necessidades energéticas dos ruminantes é a conversão de PCJ em PCVZ (MARCONDES et al., 2010). Além disso, a concentração de energia no corpo tem sido geralmente expressa em função da PCVZ em vez da PCJ porque a interferência no conteúdo gastrointestinal é completamente eliminada.

Os valores previstos pela equação 3 para estimar o GPCVZ do GMD são próximos aos obtidos pelo relacionamento fixo estabelecido por CANNAS et al. (2004), que relataram uma relação de 0,92 para estimar o PCVZ em função do GMD. Cordeiros de genótipos selecionados em climas tropicais têm PC menor (RODRIGUES et al., 2015) na maturidade fisiológica do que aqueles de áreas temperadas (PEREIRA et al., 2018) e, consequentemente, genótipos de climas tropicais apresentam taxas mais rápidas de deposição de gordura com o aumento do PC (REGADAS FILHO et al., 2013). Os genótipos tropicais geralmente não são

selecionados para deposição muscular, tendem apresentar teores de gorduras maiores que os genótipos temperados (SALAH et al., 2014), sendo assim, possuem um menor potencial de ganho de peso.

6 CONCLUSÃO

As equações apresentadas nesse estudo são recomendadas para estimar o PCJ, PCVZ e GPCVZ de ovinos deslanados e mestiços criados em região tropical, pois o procedimento de validação aplicado às equações geradas mostrou que seu uso é seguro, sendo o procedimento estatístico de validação apropriado como ferramenta para testar os resultados produzidos.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL- ARC. **The nutriente requirements of Ruminant Livestock**. 2. Ed. Slough: Commonwealth Agricultural Bureax, 1980.

ALVARENGA, F. A. P. **Terminação de cordeiros confinados sob pastejo com teores crescentes de proteína**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ARAÚJO, T. L. A. C.; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I.Y.; CAMPOS, A.C.N.; PEREIRA, M. W.F.; HEINZEN, E. L.; MAGALHÃES, H. C. R.; BEZERRA, L. R.; SILVA, L. P.; OLIVEIRA R. L. Effects of quantittive feed restrition and sex on carcass traits, meat quality and meat lipid profile of Morada Nova lambs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, p. 46, 2017.

ASSIS, D. S.; SILVA, A.M. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA FILHO, J. M.; OLIVEIRA, R. L.; PEREIRA, E. S.; NÓBREGA, G. H.; MOURA, J. F. P. Dorper x Santa Ines F1 crossbred lambs under diferente grazing times and supplement levels in tropical regions: performance and macromineral requirements. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1427006>.

AZEVEDO, J. A. G.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES, R. F. D. A meta-analysis of dry matter intake in Nellore- and a Zebu-crossed cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1801-1809, 2010.

BASTOS, M. P. V.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A.; BRANDÃO, R. K. C.; MARANHÃO, C. M. A. Impacto f total substitution of corn for soybean hulls in diets for lams. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, p.83-91, 2015.

BERG, R. T.; ANDERSEN, B. B.; LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues1. Genetic influences on growth patterns of muscle, fat and bone in Young bulls. **Animal Production**, v. 26, p. 245-258, 1978.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. 1.ed. Sydney; Sydney University Press, 1976.

BEZERRA, L.S.; BARBOSA, A. M.; CARVALHO, G. G. P.; SIMIONATO, J. I.; FREITAS JR, J. E; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; PEREIRA, L.; SILVA, R. R.; LACERDA, E. C.Q; CARVALHO, B.M.A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**, v. 121, p.88-95, 2016.

BLACK, L.L. Crecimiento y desarrollo de corderos. *In* :HARESIGN, W. **Producción ovina**. México: AGT, 1989. p. 23-62.

CAETANO, G. G. G. P. **Bagaço de cana de açúcar in natura em substituição parcial à silagem de milho na dieta de ovinos**. 2014. Dissertação (Mestrado em

Ciência Animal) – Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

CAMPOS, F. S.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; REBOUÇAS, R. A.; LEÃO, A. G.; SANTOS, S. A.; OLIVEIRA, J. S.; LEITE, L. C.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; CIRNE, L. G. A.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes. **Meat Science**, v. 124, p. 61-68, 2017.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; VAN SOEST, P. J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 149-169, 2004.

CANTY, A.; RIPLEY, B. D. **Boot: Bootstrap R (S-PLUS) Funcions**. R package version 1.3 – 19.2017. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/boot/index.html>. Acesso em: 21 jun. 2019.

CHAY-CANUL, A. J.; ESPINOZA-HERNANDEZ, J. C.; AYALA-BURGOS, A. J.; MAGAÑA-MONFORTE, J. G.; AGUILAR-PEREZ, C. F.; CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; KU-VERA, J. C. Relationship of empty body weight with shrunken body weight and carcass weights in adult Pelibuey ewes at different physiological states. **Small Ruminant Research**, v. 117, p. 10-14, 2014.

CHAY-CANUL, A. J.; MAGAÑA-MONFORTE, J. G.; CHIZZOTTI, M. L.; PIÑEIRO-VÁSQUEZ, A. T.; CANUL-SOLÍS, J. R.; AYALA-BURGOS, A. J.; KU-VERA, J. C.; TEDESCHI, L. O. Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 7, p. 105-125, 2016.

CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO NETO, O. R.; LADEIRA, M. M.; VALADARES FILHO, S. C. Modelagem e meta análises em zootecnia: aplicação prática para a bovinocultura de corte brasileira. In: VIII SÍMPOSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2006, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: UFV, 2006. p. 197-208.

CLOETE, S. W. P.; SNYMAN, M. A.; HERSELMAN, M. J. Productive performance of Dorper sheep. **Small Ruminant Research**, v. 36, p. 119-135, 2000.

COSTA, M. R. R. F.; PEREIRA, E. S.; SILVA, A. M. A.; PAULINO, P. V. R.; MIZUBUTI, I. Y.; PIMENTEL, P. G.; PINTO, A. P.; ROCHA JUNIOR, J. N. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, v. 114, p. 206-2013, 2013.

D'AGOSTINHO, R. B.; WEINTRAUB, M. Meta-analysis: A method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v. 58, p. 605-616, 1995.

DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. **Bootstrap Methods and Their Applications**. United Kingdom: Cambridge University Press. 1997. 582p.

EFRON, B. Bootstrap methods: another look at jackknife. **The Annals of Statistics**, v. 7, p. 1-26, 1979.

ELIAS, A. K. S.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R. OLIVEIRA, L. R. S.; LIMA, F. L.; CARVALHO, F. F. R.; SANTOS, R. C.; CUTRIM, D. I.; GOMES, D. I. Productive performance and evaluation of the carcass and meat of confined lambs in North of Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 460-466, 2016.

FELIX, L. F.; TOMAZELA, M. G. J. M.; PONTES, A. N. Aplicação das técnicas de mineração de dados sobre as características reprodutivas de suínos: estudo de caso de uma granja do estado de São Paulo. **Reverte-Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba**, n. 11, 2013.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; MIZUBUTI, I. Y.; MONTE, A. L. S.; CANDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L.; ROCHA JUNIOR, J. N. Metabolizable energy levels in the rations of Santa Ines sheep: weight of internal organs and digestive tract. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4 p. 1095-1104, 2010.

FREETLY, H. C.; NIENABER, J. A.; BROWN-BRANDL, T. M. Relationship between aging and nutritionally controlled growth rate on heat production of ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2759-2763, 2002.

GALVÃO, J. G.; FONTES, C. A. A.; PIRES, C. C.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. Características e composição física da carcaça de bovinos não castrados abatidos em três estágios de maturidade (estudo III). De três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 5, p. 502-512, 1991.

GARCIA, I. F. F.; COSTA, T. I. R. C.; ALMEIDA, A. K.; PEREIRA, I. G.; ALVARENGA, F. A. P.; LIMA, N. L. L. Performance and carcass characteristics of Santa Inês pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1313-1321, 2010.

GARCIA, I. F. F.; PEREZ, J. R. O.; PEREIRA, I. G.; COSTA, T. I. R.; MARTINS, M. O. Estudo alométrico dos tecidos de carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 539-546, 2009.

GIANNOTTI, J. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola online**, v. 59, n. 3, p. 435-440, 2002.

GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; CHIZZOTI, M. L.; RODRIGUES, F.C.; ZANETTI, D.; GIONBELLI, T. R. S.; MACHADO, M. Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **Plos One**, v. 9, 2015
doi: 10.1371/journal.pone.0112111.

GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. Ajuste do peso corporal de bovinos para condições fisiológicas e de alimentação. *In* VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; CHIZZOTTI,

M. L.; PRADOS, L. F. **Exigências Nutricionais de Zebuínos puros e cruzados (BR-Corte)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2016, p. 1-13.

GLASS, G. V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. *In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION*, 1976, São Francisco. **Anais...**São Francisco: Educational Researcher, 1976, p.3-8.

HAMMOND, J. **Principios de la explotación animal**. Zaragoza: Acríbia, 1966.

HOGG, B. W. **Compensatory growth in ruminants**. *In: PEARSON, A.N.; DUTSON, T. R.* Growth regulation in farm animals. Elsevier Applied Science, London, UK, p. 103-134, 1991. <https://cran.rproject.org/web/packages/DAAG/index.html>.

JESSE, G. W.; THOMPSON, G. B.; CLARK, J. L.; HEDRINCK, H. B.; WEIMER, K. G. Effects of ration energy and slaughter weight on composition of empty body and carcass gain of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 418-425, 1976.

KOCH, R. M.; SCHLEICHER, E. W.; ARTHAUD, V. H. The accuracy of weights and gains of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 17, p. 604-611, 1958.

LEOPOLDINO JÚNIOR, I. **Lipídeos na dieta de cordeiros de diferentes cruzamentos para produção de carne**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LIMA, L. R. **Torta de algodão da dieta de cordeiros confinados**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato grosso, Cuiabá, 2012.

LOFGREEN, G. P.; HULL, J. L.; OTAGAKI, K. K. Estimation of empty body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 21, 20-24, 1962.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas- enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285-294, 2007.

LUZ, J. B.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R. SANTOS NETA, E. R.; GOMES, D. I.; OLIVEIRA, L. R. S.; SILVA, J. C.; CARVALHO, F. F. R. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a replacement for elephant grass silage. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, 113-119, 2017.

MADRUGA, M. S.; ARÁUJO, W. O. D.; SOUSA, W. H. D.; CÉZAR, M. F.; GALVÃO, M. D. S.; CUNHA, M. D. G. G. Efeito do genético e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1838-1844, 2006.

MAGALHÃES, T. S. **Caroço de algodão integral ou moído e quitosana em dietas para cordeiros**. 2018. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

MAINDONALD, J. H.; BRAUN, W. J. **DAAG: Data Analysis and Graphics Using R**. R package version 1.22. 2015. URL

MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHOS, S. C.; GIONBELLI, M. P.; PAULINO, P. V. R.; PAULINO, M. F. Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte. *In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAUINO, M. L.; PAULINO, P. V. R. (editores). Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR-CORTE)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. P. 85-111.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K.S.; MATTOS, C. W.; FERREIRA, T. A. S.; NASCIMENTO, J. F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p. 1063-1071, 2008.

MILNE, C. The history of the Dorper sheep. **Small Ruminant Research**, v. 36, p. 99-102, 2000.

MLAMBO, V.; MAPIYE, C. Towards house food and nutrition security in semi-arid áreas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs? **Food Research International**, v. 76, p. 953-961, out. 2015.

NASCIMENTO, C. O. **Impacto de diferentes fontes e proporções de volumosos em dietas para cordeiros**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington; National Academies Press, 2007.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, M. S. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F. Estimates of nutritional requirements and use of Small Ruminant Nutrition System model for hair sheep in semiarid conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1985-1997, 2014.

OLIVEIRA, F.M.M.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; MEDEIROS, A.N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 631-635, 2005.

OLIVEIRA, R. F. M.; FONTES, C. A. A.; CARNEIRO, L. H. D. M.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. D. Biometria do trato gastrointestinal de bovinos de três grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 2, p. 203-210, 1992.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

- OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S.W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, 3152-3172, 1995.
- PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; MARCONDES, M. I. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2516-2524, 2009.
- PEREIRA, E. S.; FONTENELE, R. M.; SILVA, A. M.A.; OLIVEIRA, R. L.; FERREIRA, M. R. G.; MIZUBUTI, I. Y.; CARNEIRO, M. S. S.; CAMPOS, A. C. N. Body composition and net energy requirements of Brazilian Somali lambs. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 880-886, 2014.
- PEREIRA, E. S.; LIMA, F. W. R.; MARCONDES, M. I.; RODRIGUES, J. P. P.; CAMPOS, A. C.N.; SILVA, L. P.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA, M. W. F.; OLIVEIRA, R. L. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Animal**, v. 11, n. 12, p. 2165-2174, 2017.
- PEREIRA, E. S.; PEREIRA, M. W. F.; MARCONDES, M. I.; MEDEIROS, A. N.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, L. P.; MIZUBUTI, I. Y.; CAMPOS, A. C.N.; HEINZEN, E. L.; VERAS, A. S. C.; BEZERRA, L. R.; ARAÚJO, T. L. A. C. Maintenance and growth requirements in male and female hair lambs. **Small Ruminant Research**, v. 159, p. 75-83, 2018.
- PEREIRA, G. M. **Exigências de proteína e energia de carneiros Santa Inês na região semiárida brasileira**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.
- PERON, A. J.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22; p. 813-819, 1993.
- PINTO, A. P. P.; GARCIA, I. F. F.; LEOPOLDINO JÚNIOR, I. PEREZ, J. R. O.; ALVES, N. G.; PEREIRA, I. G. Performance and carcass characteristics of lambs fed diets with fat and vitamin E. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.12, p. 2911-2921, 2011.
- REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G; VILLARROEL, A. B. S.; MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, p. 107-112, 2013.
- RIBEIRO, R. D. X.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, T. M.; COSTA, J. B.; BEZERRA, L. R.; CAMBUÍ, G. B.; BARBOSA, A. M.; OLIVEIRA, R. L. Effects of crude glycerin from biodiesel on the diets of lambs: intake, digestibility, performance, feeding behavior, and serum metabolites. **Journal of Animal Science**, v. 96, p. 1952-1961, 2018.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. *In*: GILCHRIST, F. M.C; MACKIE, R. I. (Editors). **Herbage nutrition in the subtropics and tropics**. Johannesburg: Science Press, 1984, p. 525-547.

RODRIGUES, R. T. S.; CHIZZOTTI, M. L.; MARTINS, S. R.; QUEIROZ, M. A. A.; BUSATO, K. C. Digestibility, ingestive behavior and performance of non-descript breed hair lambs of different sexual classes subjected to feed restriction. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 23, p. 117-123.

RODRIGUES, R. T. S.; CHIZZOTTI, M. L.; MARTINS, S. R.; SILVA, I. F.; QUEIROZ, M. A. A.; SILVA, T. S.; BUSATO, K. C.; SILVA, A. M. A. Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, p. 87-94, 2016.

ROHR, K.; DAENICKE, R. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 3, p. 753-765, 1984.

SALAH, N.; SAUVANT, D.; ARCHIMÈDE, H. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. **Animal**, v. 8, 1439-1447, 2014.

SANTOS, A. B.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O.; CARVALHO, G. G. P.; PEREIRA, T. C. J.; RIBEIRO, L. S. O.; AZEVÊDO, J. A. G.; SILVA, M. G. C. P.; SOUSA, L. B.; SOUSA, L.; ALENCAR, D. O. Intake, digestibility and performance of lambs fed diets containing peach palm meal. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 509-515, 2016.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; SIQUEIRA, E. R.; MUNIZ, J. A.; BONAGÚRIO, S. Crescimento alométrica dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 493-498, 2001.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; LANA, R. P.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, D. S. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F₁ Limousin-Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1823-1832, 2002.

SANTOS, J. R. S. D.; SOUZA, B. B. D.; SOUZA, W. H. D.; CEZAR, M. F.; TAVARES, G. D. P. Resposta fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos da raça Santa Inês, Morada Nova e seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 995-1001, 2006.

SANTOS, R. C.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R.; OLIVEIRA, L. R. S.; CUTRIM, D. O.; GOMES, D. I.; LEITE, G. P.; ARAÚJO, D. O. Performace of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 367-372, 2016.

- SANTOS, A. C. P. **Qualidade de silagens de sorgo com uréia e inoculante microbiano e uso em dietas para ovinos**. 2018. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Medicina veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- SAUVANT, D. Systematic modelling in nutrition. **Reproductive, Nutrition, Development**, v. 32, p. 217-230, 1992.
- SHANIN, K. A.; BERG, R. T. Growth patterns of muscle, fat and carcass composition of double and normal cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 65, n. 2, p. 279-294, 1985.
- SHANIN, K. A.; BERG, R. T.; PRICE, M. A. The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, v. 35, p. 251-264, 1993.
- SILVA, A. M. A.; SANTOS, E. M.; PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A.; GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 210-216, 2010.
- SILVA, J. C.; VÉRAS, A. C.; CARVALHO, F. R.; FERREIRA, M. A.; SOUZA, E. O.; BARRETO, L. G.; LOPES, L. A.; SILVA, J. V. Nutritional value, performance, feeding behavior and sérum biochemical profile of sheep fed with alfafa hay replacing Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) hay. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 77, p. 340-345, 2017.
- SILVA, L. F. **Substituição do concentrado por níveis crescentes de silagem de gliricídia na alimentação de cordeiros**. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2012.
- SILVA, R. V. M. M.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, L.; CAMPOS, F. S.; PERAZZO, A. F.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; NASCIMENTO, C. O.; SANTOS, S. A.; TOSTO, M. S. L.; RUFINO, L. M. A.; CARVALHO, B. M. A. Cottonseed cake in substitution of soybean meal in diets for finishing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 137, p. 183-188, 2016.
- SIMON, J. L. **Resampling: The New Statistics**. Resampling Stats, Arlington, VA. 261p.
- SNOWDER, G. D.; DUCKETT, S. K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 368-375, 2003.
- SOARES, S. B.; GARCIA, I. F.F.; PEREIRA, I. G.; ALVES, D. O.; SILVA, G. R.; ALMEIDA, A. K.; LOPES, C. M.; SENA, J. A. B. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel x Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 421-431, 2012.

SOUSA, A. R. **Predição da composição corporal de ovinos deslançados por meio do corte das costelas 9-10-11^a (Seção HH)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

ST-PIERRE, N. R. Invited review: integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 741-755, 2001.

TEDESCHI, L. O.; Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v. 89, 225-247, 2006.

TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A.; FOX, D. G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 174-184, 2010.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; SAINZ, R. D.; BARIONI, L. G.; MEDEIROS, S. R.; BOIN, C. Mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 76-91, 2005.

TORO-MUJICA, P.; AGUILAR, C.; VERA, R.; RIVAS, J.; GARCÍA, A. Sheep production systems in the semi-arid zone: Changes and simulated bio-economic performances in a case study in Central Chile. **Livestock Science**, v. 180, p. 209-219, 2015.

VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. Exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil: desafios. **Revista Ceres**, v. 54, p. 488-495, 2009.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAUINO, M. L.; PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR-CORTE)**. Viçosa, MG, Suprema Gráfica, 2016.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

WHITEMAN, J. V.; LOGGINS, P. F.; CHAMBERS, D.; POPE, L.S.; STEPHENS, D. F. Some sources of error in weighing steers off grass. **Journal of Animal Science**, v. 13, p. 832-842, 1854.

WILLIAMS, C. B.; KEELE, J. W.; WALDO, D. R. A computer model to predict empty body weight in cattle from diet and animal characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3215-3222, 1992.

ZINN, R. A.; Influence of time of day on live weight measurements for feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 915-919, 1990.