ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO DE TOURINHOS
NELORE ATRAVÉS DA GRAVIDADE ESPECÍFICA DA CARCACA
E DA COMPOSIÇÃO DE CORTES DAS COSTELAS.

DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Celso Boin

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Nutrição Animal e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Setembro - 1988

A Nise, minha amiga e companheira,
pelo carinho e compreensão

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Celso Boin pelo exemplo de dedicação e trabalho.

Aos meus Pais, Helena e Amadeu, pelo amor e pelo incentivo e condições para que eu procurasse o máximo ao meu alcance.

Aos pesquisadores Albino Luchiari Filho, Guilherme Alleoni e Paulo Leme pelo auxílio e amizade durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Wilson R. Soares de Mattos, pelo estímulo e por dar condições para o desenvolvimento deste trabalho.

INDICE

	PAGINA
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Estimativas "in vivo"	
2.1.1. Medidas lineares	8
2.1.2. Uso do Ultrassom	10
2.1.3. Uso do isótopo 40 do potássio	12
2.1.4. Uso de técnicas de diluição	13
2.2. Estimativas que requerem abate do animal	
2.2.1. Medidas obtidas na carcaça	22
2.2.2. Analisador de imagens de video	25
2.2.3. Utilização da gravidade específica	26
2.2.4. Uso do pó da serragem da carcaça	31
2.2.5. Uso da composição química e física de cortes da carcaça.	32
3. MATERIAIS E METODOS	
3.1. Animais	43
3.2. Determinação da composição corporal	45
3.3. Determinação da gravidade específica	46
3.4. Obtenção dos cortes das costelas	47
3.4.1. Corte da 9-10-11# costelas	47
3.4.2. Corte da 10# costela	49

3.5. Determinação da gravidade específica do corte da 9-10-11# costelas.	50
3.6. Moagem dos cortes	51
3.7. Análises químicas	52
3.8. Análise dos dados	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1. Estimativa da composição química corporal a partir da gravidade específica.	65
4.2. Estimativa da composição química corporal a partir da composição de cortes das costelas.	82
4.3. Efeito dos tratamentos sobre as equações de	101
estimativa.	
4.3.1. Efeito do nível de ingestão de energia	101
4.3.2. Efeito da idade	104
4.3.3. Efeito da raça	106
5. CONCLUSÕES	
5.1. Relativa ao item 4.1.	80
5.2. Relativa ao item 4.2.	100
5.3. Relativa ao item 4.3.	109
6. LITERATURA CITADA	110
7. APENDICE	120

LISTA DE QUADROS

PAGINA

QUADRO 1. EQUACOES DE ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE
PROTEINA E GORDURA ATRAVES DO ESPACO DE DEUTERIO.21

QUADRO 2. RELACOES ENTRE AS PERCENTAGENS DE
EXTRATO ETereo DA PORCAO COMESTIVEL DA CARCAGA E
DA PORCAO COMESTIVEL DA 9-10-11# COSTELAS.37

QUADRO 3. VALORES MEDIOS DAS VARIAVEIS DEPENDENTES
E INDEPENDENTES EMPREGADOS PARA OBTENCAO DA
EQUACOES. 59

QUADRO 4. VALORES MEDIOS DAS VARIAVEIS DEPENDENTES
E INDEPENDENTES DA POPULACAO N-31... 60

QUADRO 5. VALORES MEDIOS DAS VARIAVEIS DEPENDENTES
E INDEPENDENTES DA POPULACAO N-24... 61

QUADRO 6. CORRELACOES ENTRE AS VARIAVEIS EMPREGADAS
NAS EQUACOES DE ESTIMATIVA E ENTRE AS VARIAVEIS
DEPENDENTES QUE REPRESENTAM A COMPOSICAO DO CORPO
VAZIO... 64

QUADRO 7. EQUACOES MULTIPLAS ENTRE A COMPOSICAO
CORPORAL E A GRAVIDADE ESPECIFICA, INCLUINDO
VARIAVEIS DETERMINADAS NO ANIMAL VIVO E NA CARCACA. 66

QUADRO 8. EQUACOES SIMPLES DE ESTIMATIVA DA
COMPOSICAO DO CORPO VAZIO EM FUNCAO DA GRAVIDADE
DO TRASEIRO E DA CARCACA...70

QUADRO 9. EQUACOES SIMPLES DE ESTIMATIVA DA
COMPOSICAO DO EM FUNCAO DA GRAVIDADE DO TRASEIRO E
DA CARCACA...70

QUADRO 10. RESULTADOS OBTIDOS POR ALGUNS AUTORES
QUE EMPREGARAM A GRAVIDADE ESPECIFICA PARA ESTIMAR
A COMPOSICAO CORPORAL DE BOVINOS... 73

QUADRO 11. ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO E DO CORTE DA 9-10-11# COSTELAS.. . . .	78
QUADRO 12. MELHORES EQUAÇÕES MULTIPLAS DETERMINADAS A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DO CORTE DA 9- 10-11# COSTELAS.. . . .	84
QUADRO 13. MELHORES EQUAÇÕES MULTIPLAS DETERMINADAS A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DO CORTE DA 10# COSTELA.. . . .	85
QUADRO 14. RELAÇÕES ENTRE A COMPOSIÇÃO (QUÍMICA OU FÍSICA) DE CORTES DAS COSTELAS E A COMPOSIÇÃO DA CARCACA POR DIFERENTES AUTORES.. . . .	93
QUADRO 15. NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTAIS NECESSÁRIAS PARA EVIDENCIAR DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ($P=0,05$) ENTRE DOIS GRUPOS DE ANIMAIS EMPREGANDO EQUAÇÕES ONDE A VARIÁVEL EXPLICATIVA É A COMPOSIÇÃO DA 10# COSTELA.. . . .	99
QUADRO 16. EFEITO DO TRATAMENTO NUTRICIONAL SOBRE AS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO.. . . .	102
QUADRO 17. EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE GORDURA NO CORPO VAZIO EM ANIMAIS DE TRÊS DIFERENTES RAÇAS.. . . .	106

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 1. VISTA DA SECÇÃO DA 9-10-11# COSTELAS ATRAVES DE UM CORTE PERPENDICULAR A COLUNA DORSAL A ALTURA DA 12# COSTELA..	48
FIGURA 2. SEPARAÇÃO DO CORTE DA 10# COSTELA..	50
FIGURA 3. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31 PARA O PESO DA CARCAÇA QUENTE..	62
FIGURA 4. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31 PARA A PORCENTAGEM DE GORDURA NO CORPO VAZIO..	62
FIGURA 5. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31 PARA A PORCENTAGEM DE PROTEINA NO CORPO VAZIO..	63
FIGURA 6. PLOTAGEM DA GRAVIDADE ESPECIFICA DO TRASEIRO EM FUNÇÃO DA % DE GORDURA NO CORPO VAZIO..	75
FIGURA 7A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 2 DO QUADRO 12..	88
FIGURA 7B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 2 DO QUADRO 12..	88
FIGURA 8A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 1 DO QUADRO 12..	89
FIGURA 8B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 1 DO QUADRO 12..	89
FIGURA 9A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 5 DO QUADRO 12..	90
FIGURA 9B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 5 DO QUADRO 12..	90

FIGURA 10A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 4 DO QUADRO 12.	91
FIGURA 10B. PLOTAGEM DO RESÍDUO DA EQUAÇÃO 4 DO QUADRO 12.	91
FIGURA 11. VARIACÃO NA PORCENTAGEM DE GORDURA NOS CORTES DAS COSTELAS E NO CORPO VAZIO.	95
FIGURA 12. RELAÇÃO ENTRE AS PORCENTAGENS DE GORDURA NO CORTE DA 9-10-11ª COSTELAS E NO CORPO VAZIO.	105
FIGURA 13 E 14. PLOTAGEM DOS DADOS DA POPULAÇÃO DE TOURINHOS NELORE ATRAVÉS DAS EQUAÇÕES PARA AS RAÇAS HEREFORD E ANGUS DE ALHASSAN ET ALII (1975).	108

TITULO : ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO DE
TOURINHOS NELORE ATRAVES DA GRAVIDADE ESPECÍFICA DA
CARCAÇA E DA COMPOSIÇÃO DE CORTES DAS COSTELAS.

Candidato: Dante Pazzanese Duarte Lanna

Orientador: Prof. Dr. Celso Boin

RESUMO

A determinação da composição corporal é de grande importância em estudos de nutrição que avaliam alimentos ou o crescimento em si. Não obstante, a determinação direta da composição é inviável como rotina experimental. O objetivo deste trabalho foi o de testar metodologias indiretas para estimativa da composição química corporal.

Foram testadas duas técnicas de estimativa da composição: 1) uso da gravidade específica da carcaça e do corte da 9-10-11ª costelas ; e 2) uso da composição química dos cortes da 9-10-11ª e da 10ª costela. A composição corporal foi determinada diretamente a partir da moagem e análise química de todos os tecidos corporais.

Os resultados demonstram que a gravidade específica da carcaça e do corte da 9-10-11ª costelas não proporcionaram grande precisão na estimativa da composição química do corpo vazio. Os coeficientes de determinação (R^2) foram de 0,773 e 0,743 para a estimativa dos teores de gordura e água no corpo vazio

respectivamente. Esses resultados parecem consistentes com os baixos teores de gordura dos animais usados neste experimento (média de 14,3%).

O emprego da composição dos cortes da 9-10-11# costelas resultou em equações com R^2 s elevados de 0,990, 0,976, 0,981 e 0,914 para a estimativa da quantidade, em quilos, de água, gordura, proteína e cinzas, além de baixos desvios padrões das estimativas. Os resultados encontrados com o emprego do corte da 10# costela foram semelhantes (R^2 de 0,984, 0,975 0,971 e 0,881).

Concluiu-se que a técnica da gravidade específica deve ser empregada com cautela em populações que apresentem baixos teores médios de gordura. Concluiu-se também que a composição de cortes das costelas é um bom parâmetro para a estimativa da composição química do corpo vazio, desde que equações específicas para tourinhos Nelore sejam empregadas. Os coeficientes lineares de regressão encontrados para os animais Nelore deste trabalho diferem dos valores de equações propostas para outras raças.

ESTIMATION OF BODY COMPOSITION IN ZEBU (NELLORE) INTACT MALES
BY SPECIFIC GRAVITY AND RIB CUT COMPOSITION

Dante Pazzanese Duarte Lanna

Adviser: Dr. Celso Boin

SUMMARY

The determination of body composition is very important in studies that evaluate growth, especially on nutritional investigations. Also the direct determination of body composition is impossible as an experimental routine. The objective of this study was the development of methodologies for body composition estimation in Zebu (Nellore) intact males.

Two techniques were evaluated: 1) Specific gravity of the carcass and of the 9-10-11# rib cut; and 2) The use of the chemical composition of the 9-10-11# and 10# rib cuts. The body composition was determined directly by grinding and analysing all body tissues.

The specific gravity of the carcass and of the 9-10-11# rib cut predicted body composition with low coefficients of determination (R^2), 0,773 and 0,743 for the estimation of fat and water percentages respectively. These results seem consistent with the low fat content of the animals of this experiment (average 14,3%).

The 9-10-11# rib cut composition was a good estimator of the body composition with high R^2 (0,990; 0,976; 0,981 and 0,914 for the estimation of Kg water, fat, protein and ash) and low standard errors of estimates. Results obtained with the 10# rib cut composition are very similar (R^2 , 0,984; 0,975; 0,971 and 0,881). Results are in the range of published results. The values of the linear coefficients of regression were different from observed values for other breeds.

It was confirmed that the specific gravity technique estimates have relatively low precision in populations with low fat content. The composition of rib cuts was a good parameter for the estimation of body composition, but specific equations must be used for Zebu intact males.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo da produção de gado de corte é maximizar, economicamente, o crescimento pré-natal e pós-natal. Entretanto, o crescimento é o produto de um complexo processo interativo entre o ambiente, especialmente a nutrição, e o potencial genético do animal.

Nesse contexto, para o estudo de estratégias de produção, é fundamental que se definam parâmetros para avaliar o crescimento. Essa avaliação tem sido feita em função do ganho diário total de peso durante o período de ensaio, limitando sobremaneira as conclusões obtidas. Além das falhas na avaliação do crescimento em razão de diferenças na composição química do ganho de peso vazio, diferenças acentuadas em termos de enchimento do trato gastro-intestinal são encontradas.

Por outro lado, a determinação das curvas de crescimento dos componentes químicos corporais (água, gordura, proteína e cinzas) em função do peso do animal permite que uma série de importantes conclusões sejam obtidas.

É possível avaliar o efeito de tratamentos hormonais e nutricionais através da identificação de alterações nas curvas de deposição dos constituintes. Esse tipo de aproximação ao estudo do crescimento possibilita a determinação da eficiência energética e protéica do crescimento, permite a determinação dos

requerimentos líquidos de energia, de proteína e de alguns minerais e permite uma avaliação específica e conclusiva de alimentos e de dietas.

O estudo do crescimento em função da taxa de deposição dos constituintes corporais torna possível que modelos sejam propostos. Esses modelos, baseados em mecanismos fisiológicos, são de grande importância para a simulação do desempenho animal para fins de pesquisa e de análises econômicas de proposições técnicas.

Em bovinos, ao contrário do que se observa para outras espécies domésticas, poucos foram os trabalhos em que a composição química corporal foi determinada ou estimada. Isso ocorre porque a determinação da composição corporal de bovinos é extremamente trabalhosa e cara.

Embora grandes dificuldades tenham sido encontradas, um grande esforço tem sido desenvolvido por pesquisadores de todo o mundo no sentido de desenvolver metodologias para a estimativa da composição corporal. Através dessas técnicas, parece possível identificar alterações na composição do crescimento em função de diversos fatores como raça, peso, sexo e composição da dieta. Da mesma forma, parece possível avaliar o efeito de compostos modificadores do metabolismo, atualmente desenvolvidos em laboratórios de todo o mundo. Seria extremamente difícil fazê-lo caso fosse necessário abater e moer todo o animal para obtenção de cada dado de composição corporal.

A medida em que for possível manipular o crescimento, grandes desafios serão lançados. Será necessário formular dietas

para animais com exigências protéicas e energéticas alteradas em função de diferentes composições do crescimento. É nesse sentido que o desenvolvimento de métodos indiretos para a determinação da composição corporal é de fundamental importância dentro do contexto da pesquisa em produção de gado de corte. Eles permitem uma reavaliação dinâmica das exigências nutricionais à medida em que o padrão de deposição dos tecidos corporais for alterado.

O objetivo desse trabalho foi o de gerar dados e desenvolver equações relacionando a composição química de cortes das costelas e a gravidade específica da carcaça com a composição da carcaça e do corpo vazio para machos zebuínos não castrados em crescimento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para Brody (1968) citado por SIMPFENDORFER (1974), o crescimento é a síntese biológica cujo produto são novas unidades bioquímicas. É possível encontrar síntese de novas unidades bioquímicas sem haver acúmulo do peso total, de algum tecido ou componente químico corporal, dada a existência de um processo catabólico simultâneo. É portanto, interessante, entender o conceito de crescimento como o resultado líquido de acúmulo de novas unidades bioquímicas.

Sob o ponto de vista do pesquisador em nutrição animal, é crucial que, ao estudar ou avaliar o crescimento, sejam definidas as unidades bioquímicas depositadas. Sendo conhecidas as vias metabólicas utilizadas para a deposição desses constituintes corporais, é possível definir uma série de parâmetros que podem influenciar o desempenho animal.

Portanto, tem importância secundária a determinação da quantidade de tecidos ou órgãos depositados. É importante definir os componentes que possuem o mesmo valor calórico e semelhantes vias metabólicas de deposição. Sob este enfoque, acredita-se que gordura, proteína, água e cinzas são os componentes corporais a serem determinados. Note-se que a presença de carboidratos no corpo animal é desconsiderada, devido

ao teor baixo e constante, ao redor de 0,7% na matéria seca, destas substâncias no corpo animal (REID et alii, 1968).

O primeiro pesquisador citado na literatura a conduzir investigações analíticas sobre a composição corporal foi Van Bezold em 1857. SIMPFENDORFER (1974) cita que este pesquisador analisou a composição corporal de mamíferos, aves, anfíbios, peixes e crustáceos. Dois anos mais tarde Lawes e Gilbert (1859), citados por MAYNARD e LOOSLI (1972), se lançaram à árdua tarefa de estudar a composição corporal de ovinos, bovinos e suínos.

Após estes trabalhos pioneiros, vários outros foram realizados no início do século XX em que se procurou estudar a composição corporal. Em trabalho clássico, REID et alii (1955) reviu um grande número de dados publicados no início do século por pesquisadores americanos (Jordan 1895; Trowbridge et alii, 1918 e 1919; Haecker 1920; Moulton et alii, 1920; Moulton et alii, 1922), concluindo e propondo que a composição corporal poderia ser estimada com grande precisão a partir do conhecimento da quantidade de água ou de gordura no corpo animal.

Vários pesquisadores publicaram na literatura dados obtidos no desenvolvimento de técnicas para a determinação ou estimativa da composição corporal de ruminantes. É interessante avaliar criticamente o que representa cada técnica, e não somente comparar a precisão dos resultados obtidos. É interessante também que sejam analisados detidamente os importantes experimentos onde duas ou mais metodologias foram empregadas.

Ao analisar trabalhos publicados na literatura, é também fundamental separar experimentos que tratam da composição da

carcaça ou da porção comestível da carcaça, daqueles em que se obteve a composição de todo o corpo vazio. Entende-se por corpo vazio todos os tecidos do animal, isto é, o corpo animal, uma vez retirados os conteúdos do trato gastro-intestinal e da bexiga (LOFGREEN et alii, 1962).

É importante notar que em experimentos de nutrição animal, onde se quer avaliar desempenho, eficiência e exigências nutricionais, o dado relevante é a composição corporal de todo o corpo vazio e não apenas da carcaça (REID et alii, 1968).

Com este objetivo existem três formas básicas de se avaliar a composição corporal: 1) determinação direta; 2) estimativa "in vivo"; 3) estimativa "post mortem".

Em linhas gerais os autores são unânimes em afirmar que a determinação da composição corporal deve ser entendida como a análise química direta de todos os tecidos do animal (MAC NEIL, 1983). GARRET e HINMANN (1969) e REID et alii (1968) afirmam ser esta a forma confiável e precisa de se medir a composição corporal.

A estimativa indireta da composição corporal a partir de dados obtidos no animal abatido tem sido a forma mais utilizada por pesquisadores de todo o mundo. Essa estimativa pode ser realizada empregando-se uma série de parâmetros determinados principalmente na carcaça do animal. Entre os parâmetros mais utilizados estão: 1) gravidade específica; 2) espessura da gordura subcutânea; 3) quantidade de gordura perirrenal; 4) composição química e/ou física de determinados cortes da carcaça; 5) área de olho de lombo.

A estimativa "in vivo" se baseia na estimativa - através da

diluição de traçadores - da quantidade de água no animal e na existência de relações estatisticamente muito precisas entre a porcentagem de água e a porcentagem de gordura no corpo vazio (REID et alii, 1955) e entre as porcentagens dos componentes corporais (água, proteína e cinzas) na matéria desengordurada (ROBELIN, 1984).

Principalmente em vacas, tem-se procurado utilizar de medidas lineares obtidas no animal vivo para se estimar a composição corporal. Essa técnica é barata e prática, porém, os resultados demonstram precisão relativamente baixa.

Através da metodologia "in vivo" é possível analisar a composição corporal do mesmo animal várias vezes durante o tratamento. Como há uma grande variação individual na composição química corporal, este método apresenta vantagens em relação ao abate seriado. Desde que as metodologias para estimativa da composição sejam de precisão comparável, seria necessário um menor número de animais para demonstrar diferenças estatísticas entre tratamentos.

As metodologias propostas devem ser avaliadas estatisticamente em função da sua precisão e da sua acurácia. Devem ser também analisadas em função do seu custo, do trabalho requerido, da amplitude de aplicação (sexos, faixas de peso, etc.) e do objetivo do trabalho. Metodologias "in vivo" também devem ser avaliadas quanto ao grau de distúrbio ao desempenho animal, necessário para se proceder à mensuração.

2.1. ESTIMATIVAS NO ANIMAL VIVO

2.1.1. MEDIDAS LINEARES FEITAS NO ANIMAL VIVO

Uma série de medidas podem ser obtidas no animal vivo. Vários pesquisadores tem utilizado esses parâmetros para estimar a composição corporal de bovinos (FERREL e JENKINS, 1984). Dentre as mensurações propostas, algumas são capazes de explicar boa parte da variação na composição corporal, embora haja uma considerável variação de um experimento para outro. Entre elas podem ser citadas o peso vivo em jejum, a altura na garupa, a circunferência torácica e o comprimento e a circunferência da canela.

Segundo KEMPSTER et alii (1982), o peso vivo é um bom indicador da composição corporal apenas quando comparamos animais de mesma raça, mesmo sexo e criados em um mesmo sistema de produção. Outros fatores como manejo da alimentação, tratamentos hormonais, doenças, enchimento do trato gastro-intestinal e variações individuais, limitam ainda mais a eficiência desta variável. De qualquer forma, a determinação do peso vivo tem custo negligível, e portanto, deve ser incluído em equações para estimativa da composição corporal.

Em vacas adultas o peso vivo tem pouca utilidade para a

estimativa da composição corporal (FERREL e JENKINS, 1984). Certos parâmetros como medidas lineares e avaliação da condição corporal (métodos subjetivos), representam dados facilmente mensuráveis e que teriam grande utilidade e importância prática (SCHAKE e RIGGS, 1972). O objetivo é desenvolver uma metodologia que permita a determinação da composição corporal no animal vivo durante o ciclo anual de produção.

Recentemente GRESHAM et alii (1986) procuraram estabelecer equações de predição da composição corporal para vacas de corte a partir de medidas no animal vivo usando dois tipos de dados: 1) objetivos, através de medidas lineares e do uso do ultrassom; 2) subjetivos, onde se avaliavam parâmetros como condição corporal. A utilização da altura nas ancas, do peso vivo e da espessura de gordura (medida no animal vivo através de sonda) para a estimativa da quantidade de gordura apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,74 para GRESHAM et alii (1986) e de 0,81 para FERREL e JENKINS (1984). Entretanto quando as equações foram testadas em uma outra população, o R^2 observado foi igual a 0,42 e 0,61 para as estimativas em quilos e porcentagem de gordura respectivamente (GRESHAM et alii, 1986). As equações que estimaram a quantidade de energia e de gordura no animal com maior precisão foram aquelas que utilizavam dados objetivos, entre elas a espessura de gordura determinada através do ultrassom. O R^2 observado para as regressões em quantidade e porcentagem de gordura foram de 0,84 e 0,74 respectivamente.

Trabalhando com tourinhos holandeses, BAILEY et alii (1986) obtiveram baixos coeficientes de correlação quando procuraram

estimar os teores de gordura separável a partir de uma série de medidas obtidas no animal vivo, como peso vivo em jejum, altura nas ancas, circunferência e perímetro torácico. Em geral, a estimativa da composição corporal a partir de dados obtidos em populações de fêmeas adultas tem resultado em coeficientes de correlação melhores do que os encontrados para machos em crescimento.

HEDRICK (1983) concluiu, revendo os dados publicados para machos em crescimento, que a utilização de medidas lineares para estimativa da composição corporal produz resultados de pouco valor prático. Para KEMPSTER et alii (1982), bons resultados só foram obtidos quando a amplitude de variação da composição corporal da população era alta.

2.1.2. USO DO ULTRASSOM

Wild e Neal (1951), citados por HEDRICK (1983), demonstraram que a interface entre o músculo e a gordura podia ser determinada em animais vivos através do ultrassom. A partir destes dados, vários trabalhos foram publicados, onde se procurava estimar a composição da carcaça ou, mais raramente do corpo vazio, através de estimativas da espessura de gordura e da área de determinados músculos realizadas com aparelhos de ultrassom em bovinos (

BAILEY et alii, 1986; GRESHAM ET ALLI, 1986) e também em suínos e ovinos (HEDRICK, 1983).

Embora grandes esperanças tenham sido depositadas, o método apresenta problemas, tais como: o animal deve estar em posição relaxada, o tempo para cada leitura é relativamente longo e há necessidade de se utilizar um operador experimentado (HEDRICK, 1983). No entanto, a consideração de maior importância em relação ao método é a de que a precisão teórica máxima é função da precisão com que a espessura da gordura subcutânea e a área de olho de lombo, medidas diretamente na carcaça de animais abatidos, podem estimar a composição corporal. Se a área do *longissimus* e a espessura de gordura sobre a 12ª costela são parâmetros que, segundo KEMPSTER et alii (1982), não permitem uma estimativa precisa da composição corporal, o uso de métodos indiretos que se baseiam em estimativas "in vivo" dessas medidas também devem apresentar baixo grau de precisão.

Os resultados obtidos por BAILEY et alii (1986) utilizando o ultrassom apresentaram coeficientes de determinação para as estimativas da porcentagem de gordura de 0,152, 0,090 e 0,144 para os 260 animais abatidos com 340, 470 e 600 quilos, respectivamente. Os autores concluem que a precisão do ultrassom para predição da composição corporal de tourinhos holandeses com pesos similares é muito baixa para justificar seu uso.

Recentemente, MILES et alii (1984) apresentaram um novo equipamento de ultrassom de alta precisão para medições em bovinos. Embora os autores enumerem algumas outras desvantagens do método, como o fato de que as medidas só podem ser feitas em áreas onde não existam ossos, eles afirmam que o método é

superior ao procedimento atualmente empregado, em que se usa apenas o peso em jejum e a relação entre altura / peso para estimar a composição de animais adultos.

2.1.3. USO DO ISÓTOPO 40 DO POTÁSSIO

Um considerável esforço da pesquisa foi direcionado para a utilização do potássio 40 (^{40}K) como indicador da composição corporal de animais domésticos. O ^{40}K é um gama emissor que ocorre naturalmente e representa 0.011% do K total presente nos tecidos. A meia vida deste isótopo é bastante longa: $1,3 \times 10^9$ anos.

Segundo BENSADOUN et alii (1968), a utilização de contadores de ^{40}K se baseia na alta correlação entre a quantidade de K e de proteína no corpo vazio. Logo é possível estabelecer, através dessa correlação, um limite teórico máximo para a eficiência da estimativa da composição corporal por este método. Dados obtidos por BENSADOUN et alii (1968) resultaram numa regressão entre teor de potássio e de proteína, determinados diretamente através de moagem de todo o animal, cujo coeficiente de determinação foi de 0,92 e desvio padrão da estimativa em porcentagem da média (CVR) igual a 5,9. Portanto, o limite máximo de precisão do método é equivalente aos resultados obtidos por GARRET e HINMAN (1969)

para a técnica da gravidade específica.

KEMPSTER et alli (1982) afirmam que a utilização de contadores de ⁴⁰K deveria ser posta em dúvida pelo seu custo, tamanho do contador e problemas técnicos (notadamente a radiação de fundo e dificuldade de calibração), bem como o fato de que experimentalmente não se obteve aumentos significativos na eficiência da predição da composição corporal em relação àquela alcançada apenas a partir do peso vivo.

2.1.4. USO DE TECNICAS DE DILUIÇÃO

Um grande número de trabalhos e revisões a respeito da utilização de técnicas de diluição para determinação da composição corporal tem sido, recentemente, publicados por diversos grupos de pesquisa em todo o mundo (BYERS, 1979; ROBELIN, 1984; ARNOLD et alii, 1985; TRENKLE, 1986; RULE et alii 1986; BARTLE e PRESTON, 1986).

O princípio básico do método está na grande precisão estatística das relações entre os componentes água, proteína e cinzas na matéria desengordurada, como proposto por REID et alii (1955). Desta forma, a determinação da quantidade de gordura ou da quantidade de água no animal, permite a estimativa, com precisão, da quantidade dos outros constituintes corporais. Em

outras palavras, a quantidade de água e de gordura podem ser estimadas se uma destas variáveis for medida ou estimada. Segundo dados de ROBELIN (1984), obtidos com animais charoleses, a relação entre os teores de água e gordura seria igual a:

$$\% \text{água no corpo vazio} = 74,7 - 0,824 \% \text{gordura no corpo vazio}$$

$$Sy, x=0,97$$

Segundo HOPPER (1944), em 1923 Moulton já havia afirmado que as relações entre as porcentagens de proteína, de água e de cinzas eram constantes quando expressas no corpo desengordurado depois que o animal atingisse a "maturidade química"

Não obstante, segundo conclusões de ROBELIN (1984), confirmadas por ARNOLD et alii (1985), alterações nas relações entre os componentes na matéria desengordurada podem ser identificadas à medida em que o animal aumenta o peso vivo. Dados desses autores permitem concluir que estas alterações podem ser estimadas com grande precisão. Portanto, a composição corporal pode ser estimada unicamente a partir do conhecimento da quantidade de água no animal.

ROBELIN (1984) propõe que as fórmulas adotadas sejam:

$$\text{Kg Água} = 0,8477 * \text{peso vazio desengordurado}^{0,974}$$

CVR = 1,1%

$$\text{Kg Proteína} = 0,1259 * \text{peso vazio desengordurado}^{1,096}$$

CVR = 2,8%

Os coeficientes de variação dos desvios da equação indicam

que estas equações, do ponto de vista estatístico, são capazes de estimar a composição corporal com elevado grau de precisão (ROBELIN, 1984).

Desde que as quantidades dos componentes corporais podem ser estimadas a partir do conhecimento da quantidade de água no animal e que a água é o componente encontrado em maior proporção no corpo vazio, é claro que a água corporal se torne a primeira opção para tentativas de medições (BYERS, 1979). Coincidentemente, estimar a quantidade de água no animal "in vivo" parece ser mais fácil do que estimar qualquer outro componente.

Em resumo, o método consiste na infusão de uma quantidade conhecida de um marcador que se difunde na água corporal. Através da análise da concentração do marcador em um determinado tempo, desde que a dose aplicada seja conhecida, é possível estimar o espaço de água, ou seja, o tamanho do compartimento em que o marcador foi infuso. Outra possibilidade seria a análise da curva de diluição (concentração do marcador x tempo) e interpretação matemática, calculando o tamanho do compartimento de água corporal.

Há necessidade de que experimentos iniciais comparem o espaço de água estimado com a quantidade de água determinada diretamente através de moagem e análise química de todos os tecidos do animal. Para ROBELIN (1982) esta equação seria:

$$\text{Kg de água total no animal} = 0,968 \times \text{Espaco de Deutério}$$

Como o método se baseia na determinação da quantidade de

água no animal "in vivo", é preciso considerar o fato de que, além da estimativa da quantidade de água corporal total, o único dado determinado quando aplicamos o método é o peso vivo em jejum (ROBELIN, 1984). Entretanto, as equações entre os componentes corporais apresentadas acima são expressas em termos de peso vazio. Torna-se necessário portanto, dispor-se de metodologias para a correta determinação do enchimento do trato gastro-intestinal.

Quando os animais estão recebendo um mesmo tratamento nutricional, as relações entre o peso vazio e o peso vivo em jejum são bastante precisas. O peso vazio pode ser estimado com coeficiente de determinação alto, de 0,99 e CVR de 1,84 a 2,22 (LOFGREEN et alii, 1962), quando os animais estão em uma mesma dieta. Comparações entre tratamentos nutricionais diferentes podem resultar em maiores desvios padrões residuais (ROHR e DAENICKE, 1984), principalmente quando forragens secas na forma longa são comparadas a outros alimentos.

Loy (1983), citado por ARNOLD et alii (1985), tentando determinar a composição corporal através de técnicas de diluição, utilizou as equações de SIMPFENDORFER (1974) para predizer a quantidade de água no trato gastro-intestinal, utilizando uma equação linear simples onde o único parâmetro seria o peso vivo em jejum. O método proposto pelo ARC (1980) parece ser mais indicado, pois uma série de parâmetros, principalmente o tipo de alimento presente na dieta, são utilizados na estimativa do enchimento. Resultados de LOFGREEN et alii (1962) demonstram que seria interessante incluir no modelo do ARC (1980) o teor de gordura dos animais, uma vez que esta variável tem efeito

decisivo na porcentagem de enchimento.

Por outro lado, quando se empregam metodologias para estimativa da composição corporal em que se obtém o peso da carcaca quente, o peso vazio pode ser facilmente estimado.

Mesmo existindo alguma dificuldade na determinação do peso vazio, o maior desafio parece ser a correta estimativa da quantidade de água total.

A luz dos conhecimentos atuais, três metodologias podem ser empregadas para equacionar o problema da água contida no conteúdo gastro-intestinal e interpretar as curvas de diluição (concentração do traçador em função do tempo). A primeira proposição é a de PANARETTO e TILL (1963), na qual o animal é submetido a longos períodos de jejum - de 18 a 20 horas - e os cálculos feitos a partir da concentração do traçador em uma única amostra obtida no momento em que a curva de diluição atinge o equilíbrio. O tempo para que o equilíbrio seja atingido é de 6 a 8 horas.

A segunda proposição, de ROBELIN (1977), calcula o espaço de água a partir de uma regressão da concentração do marcador em várias amostras retiradas entre 24 e 48 horas após a infusão. A extrapolação para o tempo zero representa o espaço de água.

A terceira proposição é a de BYERS (1979). Os resultados obtidos por este autor demonstraram que um modelo de dois compartimentos, como descrito por SHIPLEY e CLARCK (1972), era capaz de definir as quantidades de água no compartimento corporal e no compartimento do trato gastro-intestinal. Porém, embora o modelo tenha sido testado por outros pesquisadores em bovinos (ARNOLD et alii, 1985; FERREL e JENKINS, 1986) e em suínos (

SHIELDS et alii, 1983), nenhum resultado obtido veio a confirmar os resultados publicados por BYERS (1979).

Os trabalhos de ARNOLD et alii (1985) também resultaram em insucesso quando procurou-se avaliar a curva de diluição a partir de um modelo de três compartimentos. Além de não melhorar a precisão da estimativa, a análise das curvas segundo modelos de dois ou três compartimentos requer a obtenção de amostras de sangue a pequenos intervalos de tempo, onerando sensivelmente o experimento. Os dados disponíveis, embora não conclusivos, parecem indicar que dificilmente a quantidade de água no trato gastro-intestinal possa ser estimada a partir de curvas de diluição. TRENKLE (1986) sugere, a partir de dados não publicados do experimento de ARNOLD et alii (1985), que seriam o couro e os tecidos conectivos pouco irrigados do animal os responsáveis pela incapacidade de se definir os "pools" de água, estimados pelas curvas de diluição. Uma outra explicação para a falha dos experimentos em estimar a quantidade de água do trato digestivo seria a de que o conteúdo do trato gastro-intestinal é alterado durante o período de 48 a 72 horas em que o animal está sob o estresse da amostragem (FERREL e JENKINS, 1986).

ARNOLD et alii (1985) concluem que o método proposto por Loy (1983) é mais preciso que o modelo de dois compartimentos proposto por BYERS (1979). Esse modelo (Loy, 1983) utiliza equações de ROBELIN (1977). É interessante lembrar que, para que se possa fazer os calculos necessários, é preciso que se utilize de fórmulas que estimem o peso vazio. O modelo de Loy (1983) utiliza as equações de SIMPFENDORFER (1974).

Os trabalhos mencionados acima utilizaram como traçador o trítio e o deutério. Entretanto, vários traçadores foram sugeridos para a estimativa da composição corporal, como a antipirina e seus derivados (BENSADOUN et alii, 1968) e a uréia (PRESTON e KOCH, 1973).

Os metabólitos da antipirina foram utilizados como traçadores para estimar o espaço de água por técnicas de diluição. BENSADOUN et alii (1968), analisando dados de 125 carneiros, encontrou regressões altamente significativas entre a porcentagem de água no corpo vazio e o espaço de água estimado pela antipirina ($R^2=0,94$ e $CVR=9,6$); creatinina ($R^2=0,96$ e $CVR=7,4$); e N-acetil-4-aminoantipirina ($R^2=0,95$ e $CVR=7,4$).

GIL et alii (1970) utilizaram outro derivado da antipirina, a 4-acetoamidoantipirina (4-AAA). Segundo a revisão feita por esse autor, as vantagens desse composto sobre a antipirina estão no fato de que ele não se liga às proteínas do plasma, não é metabolizado e pode ser recuperado quase completamente pela análise do corpo e da urina. O 4-AAA pode ser transferido para o rúmen apenas via saliva, mas ao contrário da antipirina e da uréia, ele não atravessa o epitélio ruminal. Os resultados obtidos por GIL et alii (1970) usando o espaço da 4-AAA para predizer a quantidade de água e gordura em quilos, foram bastante satisfatórios, com coeficientes de determinação de 0,90 e 0,96 respectivamente. Essa estimativa foi mais precisa do que a conseguida por este autor nos mesmos animais para a técnica da gravidade específica ($R^2=0,79$ e $CVR 19,4\%$).

A uréia foi proposta por PRESTON e KOCK (1973) como um marcador para a estimativa do espaço de água de bovinos. O método

prevê a infusão de 130 mg de uréia por quilo de peso vivo e apenas uma amostragem da concentração de uréia no sangue após 12 minutos da infusão. Há necessidade de uma equação para a correção do espaço de uréia para água corporal efetivamente encontrada.

A maior parte dos trabalhos que testaram a uréia como marcador para a estimativa do espaço de água, não utilizaram a determinação direta da composição como comparação (PRESTON e KOCK, 1973 ; KOCK e PRESTON, 1979), mas sim a composição estimada a partir da composição de cortes das costelas ou da gravidade específica. Entretanto, no caso da uréia, HAMMOND et alli (1984) fizeram uma regressão entre o espaço de água em função da quantidade de água determinada diretamente em 118 novilhos. Os coeficientes de determinação foram de 0,92 e 0,71 para as estimativas em Kg e em % respectivamente.

Nenhum desses traçadores pode ser considerado ideal. Segundo ROBELIN (1984), o trítio e o deutério são traçadores essencialmente idênticos, sendo o deutério a escolha lógica por se tratar de um isótopo não radioativo.

A uréia se difunde quantitativamente para o trato gastrointestinal através dos epitélios e da saliva (KENNEDY e MILLIGAN, 1978; OBARA e SHIMBAYASHI, 1980), assim como é metabolizada pelo fígado e excretada pelos rins. Segundo TRENKLE (1986) a taxa de limpeza da uréia é alterada quando largas doses são aplicadas no animal. Além destes problemas, o autor cita trabalhos de Matheus e Downey (1984) em humanos onde a uréia marcada com N¹⁵ se equilibrava em dois "pools", sendo que nenhum deles correspondia à água total no corpo vazio.

O método da diluição simplifica grandemente o trabalho envolvido na obtenção da composição de bovinos. Esta parece ser a explicação para que alguns pesquisadores tenham empregado traçadores em trabalhos de nutrição animal (BYERS e SHELLING, 1986), ainda que muitas dúvidas existam sobre a sua eficácia.

O quadro 1 mostra os resultados obtidos por diversos pesquisadores ao desenvolverem a técnica de diluição de isótopos. Ao se analisar essas equações, obtidas por diversos autores, trabalhando com animais bastante dessemelhantes e com rotinas de trabalho e de análises também diversas, percebe-se grande semelhança para os coeficientes das equações (ROBELIN, 1984).

QUADRO 1. EQUACOES DE ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE PROTEINA E GORDURA ATRAVES DO ESPAÇO DE DEUTERIO.

CATEGORIA AN.	EQUAÇÃO	CVR	AUTOR
bovinos em crescimento	$P=0,124PVj + 0,058EA$	4,7	Robelin, 1982
	$G=0,769PVj - 0,943EA$	13,8	Robelin, 1982
vacas	$P=0,088PVj + 0,075EA$	2,5	Chilliard et al,
	$G=0,903PVj - 1,135EA$	8,7	1983.
	$G=0,828PVj - 0,904EA$	14,8	Chigaru et al, 1982
ROBELIN, 1984			

EA - espaço de deutério extrapolado para o tempo zero, em Kg.

G - quantidade de gordura em Kg.

P - quantidade de proteína em Kg.

CVR - desvio padrão da estimativa em % da média.

PVj - peso em jejum.

Como conclusão, pode-se dizer que o método de diluição é extremamente prático. Os resultados apresentados demonstram que a

precisão obtida, embora variável, pode fazer do método um instrumento valioso em trabalhos onde haja interesse em se estimar a composição corporal.

O método de diluição de deutério é relativamente caro, custando ao redor de 90 dólares por determinação para um animal de 340 quilos. Alguns autores afirmam que o uso de deutério seria melhor justificado em animais de menor porte (ROBELIN, 1984).

2.2. MEDIDAS OBTIDAS NO ANIMAL ABATIDO

2.2.1. MEDIÇÕES FEITAS NA CARCACA

Trabalhos realizados na Universidade de Cornell por SIMPFENDORFER (1974) mostraram que a composição poderia ser estimada de forma bastante precisa somente a partir do peso vazio quando se empregavam equações específicas para a mesma raça e sexo. REID et alii (1968) já haviam proposto que a composição corporal era função do peso vazio, não sendo alterada por tratamentos nutricionais bastante diversos, salvo casos em que o animal permanecesse por longos períodos em balanço negativo de energia. Não obstante, uma série de ensaios publicados entre 1968 e 1971 por pesquisadores do Instituto Rowet mostraram que diversos tratamentos nutricionais e hormonais alteravam a composição corporal de bovinos ajustada para o mesmo peso vazio (

KAY et alii, 1971). Portanto, o peso vazio como único parâmetro é um dado insuficiente para a estimativa da composição corporal de uma maneira mais ampla.

Os resultados das regressões feitas a partir de medidas observadas na carcaça do animal, representam uma forma de estimativa da composição corporal bastante simples e de baixo custo, cujos resultados parecem mais promissores do que os obtidos através de medidas feitas no animal vivo. Muitos autores (KEMPSTER et alii, 1983; HEDRICK, 1983) trabalharam nesta linha obtendo resultados que podem ser úteis quando não se requer grande precisão, ou quando um elevado número de animais é utilizado. Essas técnicas tem sido desenvolvidas principalmente por pesquisadores que atuam na área de avaliação de carcaças.

Dados observados por FERREL e JENKINS (1984) em vacas de corte resultaram em coeficientes de determinação moderados a altos (de 0,81 a 0,97) para regressões múltiplas entre a quantidade de gordura, proteína e água em função de variáveis independentes obtidas na carcaça resfriada. A quantidade total de energia no corpo animal em megacalorias foi determinada com R^2 igual a 0,97 e desvio padrão residual em porcentagem da média (CVR) igual a 5,67. As variáveis utilizadas nesta equação foram peso da carcaça quente, espessura da gordura subcutânea sobre a 12ª costela e peso da gordura renal e pélvica. Neste estudo, a amplitude de variação da composição corporal dos animais era alto.

FERREL e JENKINS (1984) utilizaram como variáveis explicativas além do peso vivo, parâmetros que representam a

quantidade de gordura no animal, como a gordura perirrenal e a espessura de gordura sobre a 12ª costela. A gordura é o componente corporal cuja proporção mais varia (REID et alii, 1955) e portanto, é natural que ela se torne o alvo de mensurações.

Sem dúvida, ao se analisar os resultados experimentais de pesquisadores que atuam na área de avaliação de carcaça, é possível afirmar que o peso da carcaça, a espessura de gordura sobre a 12ª costela, a gordura perirrenal e a área de olho de lombo são os melhores parâmetros para a estimativa da quantidade separável fisicamente de gordura e de músculo na carcaça (LUCHIARI FILHO, 1986). Não obstante, estes indicadores proporcionam estimativas com precisão pouco superior a de regressões que se utilizam apenas do peso vazio ou do peso da carcaça, desde que o animal tenha tido um ritmo normal de crescimento, em balanço positivo de energia.

HEDRICK (1983), revendo uma série de trabalhos, afirma que medidas da espessura de gordura subcutânea não são tão eficientes na estimativa da composição corporal de bovinos quanto o são em suínos. POWELL e HUFFMAN (1968) não conseguiram obter coeficientes de correlação acima de 0,51 utilizando a espessura de gordura e peso da carcaça em um grupo de machos bovinos em crescimento, com objetivo de prever a porcentagem de gordura na carcaça.

Alguns dados da literatura demonstram que animais tardios, e em especial o zebu, apresentam uma quantidade absoluta e uma variabilidade na espessura de gordura menor do que a encontrada em animais de sangue Hereford e Angus (COLE et alii, 1962) .

LUCHIARI FILHO (1986), utilizando a espessura de gordura sobre a 12ª costela para predizer a porcentagem de gordura aparável de animais Zebu, obteve coeficientes de determinação inferiores ($R^2=0,33$) aos obtidos por pesquisadores que trabalharam com bovinos das raças Hereford e Angus ou mestiços destes.

As variações nos valores dos coeficientes de determinação das equações obtidas são função de uma série de fatores, como amplitude dos dados e uniformidade da população, entre outros. É necessário que as equações de um trabalho sejam avaliadas posteriormente em outras populações (MACNEIL, 1983). Os trabalhos de CROUSE e DIKEMAN (1974) e de GRESHAM et alii (1986) citados acima são exemplos raros de pesquisas cujo objetivo principal foi o de testar equações propostas por outros autores.

Ao avaliar os dados obtidos pode-se notar que, para populações uniformes de animais em crescimento, em balanço positivo de energia, utilizando-se apenas o peso vazio é possível obter coeficientes de determinação acima dos relatados a partir de dados obtidos na carcaça resfriada ou mesmo de medições feitas no animal vivo. Essa conclusão não é válida para animais adultos como a vaca de corte.

2.2.2. ANALISADOR DE IMAGENS DE VIDEO

Recentemente pesquisadores da Universidade de Kansas, EUA, desenvolveram um método denominado VIA ("Video Image Analysis").

Trata-se de uma análise por computador de imagens de uma carcaça. De acordo com as definições fornecidas ao programa para músculo e gordura, o computador estima a composição da carcaça da qual foi obtida a imagem. Resultados de um trabalho recente demonstram que o método foi capaz de estimar a quantidade de músculo separável na carcaça com grande precisão ($R^2=0,956$), embora a estimativa da quantidade de gordura separável tenha tido precisão inferior ($R^2=0,683$) (WASSENBERG et alii, 1986).

2.2.3. UTILIZAÇÃO DA GRAVIDADE ESPECÍFICA DA CARCAÇA

Kraybill et alii (1951) citados por GIL et alii (1970) foram os primeiros pesquisadores a publicar um estudo sobre a aplicação da gravidade específica para a estimativa da composição corporal de animais domésticos. Entretanto, JONES et alii (1978) afirmam que Boyd, em 1933 utilizava a densidade como meio de estimar a composição corporal humana.

Fisicamente, gravidade específica significa a relação entre a massa da carcaça e de um volume equivalente de um líquido padrão. Em geral, o líquido padrão utilizado é a água. Logicamente é uma relação adimensional, entretanto é fundamental que essa relação seja apresentada especificando-se a temperatura de um e outro corpo, no caso a carcaça e a água (JONES et alii,

1978).

O cálculo é feito da seguinte forma:

$$\text{DENSIDADE DA CARCACA} = \frac{\text{PESO AO AR}}{\text{PESO AO AR} - \text{PESO EM AGUA}} \cdot \text{DENSIDADE DA AGUA}$$

O emprego da metodologia da gravidade específica para estimativa da composição corporal se baseia na premissa de que o corpo está dividido em duas fases: a gordura, que possui gravidade específica ao redor de 0,9, e a matéria desengordurada (água, proteína e cinzas) de gravidade específica ao redor de 1,11 (PEARSON et alii, 1968).

O método é simples, prático, não inutiliza a carcaça para consumo e pode ser utilizado em populações diferentes, já que a densidade da gordura não parece diferir entre raças ou sexos (JONES et alii, 1978).

A gravidade específica foi a metodologia mais empregada para a estimativa da composição corporal de bovinos, utilizada principalmente em experimentos de abate comparativo e de avaliação de carcaças. O desenvolvimento do Sistema Californiano de Energia Líquida e a estimativa dos requerimentos nutricionais de gado de corte foram realizados, basicamente, através do uso dessa técnica (GARRET et alii 1959; LOFGREEN e OTAGAKI, 1960; LOFGREEN, 1965).

Grças à precisão das estimativas e o grande número de animais utilizados para o desenvolvimento do método, a gravidade específica foi utilizada como técnica padrão para o desenvolvimento e comparação de outras metodologias. BYERS (1979) e KOCK e PRESTON (1979) utilizaram esta metodologia para testar

a eficiência da técnica de diluição de deutério e de uréia respectivamente.

GARRET e HINMAN (1969) obtiveram coeficientes de determinação para a regressão entre porcentagem de gordura no corpo vazio e a gravidade específica da carcaça de 0,92 e CVR igual a 6,9. Estes dados são comparáveis aos de PRESTON ET ALLI (1974) que obtiveram coeficiente de determinação 0,92 e CVR de 6,3. Não obstante, dados de KELLY et alii (1968) sugerem que em animais com menor teor de gordura o método é impreciso. Embora aceitem a proposição de KELLY et alii (1968), GARRET e HINMAN (1969) e PRESTON et alii (1974) fazem referências de que os resultados obtidos pelo método se tornam questionáveis apenas em animais com menos de 12 a 15 % de gordura no corpo vazio.

Estudos de GIL et alii (1970) mostram que em animais com menos de 20% de gordura a precisão do método era muito inferior aos valores reportados por outros pesquisadores. Os resultados obtidos por WALDMANN et alii (1969) são semelhantes aos de GIL et alii (1970) e também demonstram que o método é preciso apenas em animais com elevado teor de gordura. Nos EUA, onde a técnica foi mais utilizada, os animais para produção de carne depositam gordura precocemente e são abatidos com teores de gordura muito elevados.

LEDGER et alii (1973) utilizaram um grande número de animais para obter uma regressão da composição do animal em função da gravidade específica do corte da 10ª costela. O peso dos animais variava de 137 a 448 kg e o CVR obtido foi de 14,2. GIL et alii (1970) obtiveram CVR de 19,4%. As regressões de KELLY et alii

(1968) para 57 animais com teor de gordura entre 10-20% tinham CVR de 18,46%. Para animais com teor de gordura entre 20-30% o CVR encontrado foi de 10,7% (KELLY et alii, 1968). Os coeficientes de determinação destas equações são bastante inferiores aos encontrados por GARRET e HINMAN (1968) e por PRESTON et alii (1974) citados anteriormente.

MCCARTHY et alii (1983) usaram a gravidade específica da carcaça para estimar a composição corporal calculada através da composição do corte da 9-10-11ª costelas. O coeficiente de determinação para a estimativa da porcentagem de gordura na carcaça foi de 0,48, embora a população apresentasse teor de gordura elevado.

Além do método não ser preciso em animais magros, algumas desvantagens e problemas devem ser apontados. Em primeiro lugar, há necessidade de uma padronização da temperatura da carcaça e da água em que é feita a medição (Garret, 1968 citado por JONES et alii, 1978). Em segundo lugar, o osso tem a gravidade específica variável e embora PRESTON et alii (1974) não tenham conseguido demonstrar alterações nos coeficientes de regressão em função da proporção de ossos na carcaça, esse aspecto parece não ter sido convenientemente testado. Em terceiro lugar, a presença de ar preso na carcaça parece ser a principal dificuldade operacional e a principal fonte de erro na estimativa da composição química através da gravidade específica. Outra dificuldade operacional causadora de erros é a extrema variabilidade no abaixamento de temperatura de carcaças na câmara fria. Estudos realizados por Malton em 1972 citados por JONES et alii (1978) mostram que a temperatura interna da carcaça demora de 30 a 114 horas para

atingir 4# centígrados em uma mesma câmara fria.

Os dados permitem algumas sugestões:

- 1) O método não deve ser aplicado em animais muito magros. A literatura consultada cita valores de 12 a 20% como limites.
- 2) Por definição, a gravidade específica deve ser obtida em condições padronizadas de temperatura.
- 3) A retirada da carcaça e o esfolamento devem ser realizados com cuidado para que não fique preso ar nas reentrâncias da carcaça durante a pesagem submersa.
- 4) A temperatura da água deve ser padronizada, porém, se forem diferentes, é necessário fazerem-se correções.

Segundo JONES et alii (1978), algumas sugestões poderiam ser utilizadas em trabalhos futuros: 1) é preferível medir o volume de água deslocado ao invés de pesar a carcaça submersa; 2) como é muito difícil padronizar o resfriamento e manter a temperatura da câmara fria, seria interessante que a pesagem submersa fosse feita imediatamente após a pesagem ao ar da carcaça quente, neste caso existe a vantagem da possibilidade de se lavar a carcaça após a pesagem submersa, evitando problemas de contaminação da carcaça no tanque.

Embora o método não seja preciso para a estimativa da composição corporal individual, ele permite que se determinem diferenças entre grupos de animais. A partir das regressões encontradas por GARRET e HINMAN (1969), esses autores calcularam o número de animais necessários para se detectar diferenças estatísticas entre tratamentos. Entretanto, o número de unidades experimentais proposto por GARRET e HINMANN (1969) não

corresponde aos valores calculados segundo a metodologia de MAC NEIL (1983). É lógico que uma equação de estimativa deve ser analisada em função do número de animais necessários para que ela substitua a determinação direta.

A gravidade específica foi a metodologia mais empregada para estimativa da composição corporal (JONES et alii, 1978), sendo fundamental no desenvolvimento do Sistema Californiano de Energia Líquida. Esta metodologia também foi empregada no Brasil em ensaios de alimentação (TEIXEIRA, 1984). Porém, embora teoricamente a gravidade específica independa do sexo ou da raça, é preciso testar esta metodologia principalmente em função dos teores de gordura.

2.2.4. USO DO PÓ DE SERRAGEM DA CARCAÇA

O uso apenas do pó da serragem dos cortes da carcaça parece uma opção lógica para reduzir o enorme trabalho de se moer todos os tecidos animais. Além disso, é possível que grande parte da carcaça serrada seja utilizada para consumo humano.

VANCE et alii (1971) obtiveram resultados em que a composição do pó de serra dos cortes congelados da carcaça eram representativos da porção comestível da carcaça. Oslage e Farries (1962) citados por SIMPFENDORFER (1974), trabalhando com bezerros recém nascidos, também concluíram que a análise do pó da serragem da carcaça representava a composição do corpo vazio com precisão.

As regressões de SIMPFENDORFER (1974) entre a porcentagem de água e gordura no pó de serra e na meia carcaça moida, cujos coeficientes de determinação são da ordem de 0,92 e 0,90 respectivamente, demonstram que o método obteve resultados com precisão semelhante aos melhores resultados obtidos com a técnica da gravidade específica. Nesse trabalho foram utilizados 33 animais da raça Holandesa, machos castrados e fêmeas. Os coeficientes encontrados para as regressões entre porcentagem de cinzas e de proteína no pó de serra e na carcaça demonstram que o método é bastante impreciso para estimar esses componentes.

No mesmo trabalho, SIMPFENDORFER (1974) obteve equações para um grupo de 27 animais da raça Angus. Esses resultados foram muito inferiores aos obtidos para o grupo de animais Holandeses. O autor conclui ao final, que o método pode ser aplicado com vantagens sobre a moagem dos tecidos por não destruir a carcaça. Entretanto, se forem avaliadas as regressões do mesmo trabalho (SIMPFENDORFER, 1974) entre a porcentagem dos constituintes corporais água, gordura e proteína e o peso vazio, estas são superiores em precisão às regressões obtidas com o pó de serra da carcaça como variável independente.

2.2.5. USO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE CORTES DA CARCAÇA

Trabalhos do início do século sugeriam a utilização de certos cortes da carcaça para estimar a composição de toda a carcaça e de todo o animal. Segundo LUSH (1926), Moulton e

Trowbridge analisando os dados obtidos na Estação Experimental de Agricultura do Missouri chegaram à conclusão que a composição do corte da costela, separado de acordo com o sistema inglês de desmonte da carcaça, era o que mais adequadamente representava a composição química da carcaça.

LUSH (1926) trabalhou com resultados de diversos experimentos, realizados por diferentes pesquisadores e obteve uma série de regressões entre os componentes químicos da carcaça e do corpo vazio em função dos mesmos componentes no corte da costela. Trabalhos exploratórios como estes confirmaram a informação de Moulton e Trowbridge e demonstraram que as porcentagens de gordura na carcaça e no tecido mole do corte da costela eram linearmente correlacionadas. O coeficiente de determinação encontrado foi alto e igual a 0,974. Observando a representação gráfica das regressões observa-se que os dados de 3 vacas Jersey, de novilhos abatidos em idades jovens a adultas e de novilhos abatidos em diferentes estações experimentais não apresentavam grandes desvios em relação à linha base da regressão (LUSH, 1926). LUSH (1926) concluiu que, de todos os cortes por ele testados, efetivamente o corte da costela era aquele que melhor representava a composição da carcaça. Outro importante aspecto desse trabalho deve ser apontado, pois o autor enfatizava a importância de não se determinar apenas a composição da carcaça, mas de todo o corpo vazio, para que os resultados fossem de maior utilidade em experimentos de nutrição animal.

Após os trabalhos de LUSH (1926), técnicos do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) propuseram a

utilização não mais de todo o corte da costela, mas apenas o corte da 9-10-11# costelas. O uso desta técnica resultaria em maior precisão das estimativas e menor depreciação da carcaça. Efetivamente os trabalhos de HOPPER (1944) mostram que a utilização do corte da 9-10-11# costelas produzia regressões com menores quadrados médios do residuo do que as regressões que se utilizavam da composição de todo o corte da costela. Estas regressões foram feitas sempre em porcentagem do componente no corte e na carcaça ou corpo vazio.

VANCE et alii (1971) regrediram a composição da parte comestível da carcaça em relação à composição de todo o corte das costelas, separado pelo sistema inglês. O coeficiente de determinação para estimativa da porcentagem de gordura na carcaça foi de 0,656. Esse resultado, obtido com animais muito semelhantes aos utilizados por HOPPER (1944) e por HANKINS e HOWE (1946) parece demonstrar que a proposição de se utilizar a secção da 9-10-11# costelas é correta, já que os coeficientes de determinação encontrados quando o corte da 9-10-11# costelas foi utilizado como variável explicativa são superiores, ao redor de 0,90.

Utilizando dados de 56 novilhos abatidos na Estação Experimental da Dakota do Norte, HOPPER (1944) obteve coeficientes de determinação para a regressão entre extrato etéreo no corte da 9-10-11# costelas e extrato etéreo no corpo vazio de 0,96. Deve ser observado que o teor de extrato etéreo no corpo vazio não foi determinado, mas sim estimado a partir da quantidade de gordura separável.

De qualquer forma, os trabalhos de HOPPER (1944) e HANKINS e

HOWE (1946) com bovinos e de DREW (1971) com ovinos demonstram que regressões entre a gordura separável fisicamente e o extrato etéreo na carcaça e no corpo vazio são extremamente precisas. É notável que as equações obtidas por esses pesquisadores para animais diferentes apresentam coeficientes de regressão semelhantes e próximos de 1, assim como interceptos semelhantes e que passam perto da origem (ao redor de 3,0). Os resultados de DREW (1971) para as regressões entre gordura separável e extrato etéreo, músculo separável e proteína e entre ossos e cinzas apresentaram CVRs de 3,4, 3,1 e 6,7 respectivamente.

Dados posteriores publicados por ROBELIN e GEAY (1978) reforçam a hipótese de que a gordura separável pode ser utilizada com precisão para estimar o teor de extrato etéreo. Esses autores, trabalhando com cortes da costela do animal obtiveram equações que estimam a composição química corporal com grande precisão.

Comparando-se os resultados dos trabalhos citados acima é possível notar que a composição do corpo vazio, quando estimada a partir da análise química dos tecidos, ao invés da separação física em gordura, músculo e ossos, apresenta coeficientes de determinação ligeiramente mais elevados e menores CVRs. HOPPER (1944) concluiu que as correlações entre o extrato etéreo no corte e na carcaça eram ligeiramente superiores as obtidas quando a gordura separável era utilizada como variável.

Para HOPPER (1944), os seus resultados sugeriam que a melhor forma de se estimar a porcentagem de água e de gordura no animal era através da composição química do corte da 9-10-11ª costelas.

Entretanto, a porcentagem de cinzas e de proteína não era estimada satisfatoriamente através da quantidade de cinzas e de proteína no corte e deveria ser estimada de forma indireta, através das relações entre estes constituintes na matéria desengordurada.

No trabalho de HOPPER (1944) aparecem considerações importantes sobre a necessidade de se estimar a composição corporal em relação ao peso vazio e não a partir do peso em jejum, dada a variabilidade no enchimento em função não apenas do tratamento nutricional, mas também do teor de gordura no animal.

HANKINS e HOWE (1946) publicaram um trabalho clássico sobre a utilização de cortes da carcaça para a predição da composição corporal de bovinos. Esse trabalho é extremamente importante pois define a metodologia para a obtenção do corte da 9-10-11ª costelas utilizada pela maioria dos pesquisadores, principalmente na América do Norte. Outro aspecto importante desse experimento é o grande número de animais utilizados para obtenção das regressões. Foram 120 animais divididos em duas populações básicas: 84 novilhos e 36 novilhas.

No quadro 2 estão as equações obtidas por alguns pesquisadores para as regressões entre a porcentagem de extrato etéreo na porção comestível da carcaça e na porção comestível do corte da 9-10-11ª costelas. Nota-se que os coeficientes das regressões são muito semelhantes e que a precisão das estimativas é alta. O teste feito por POWELL e HUFFMAN (1968) das equações de HANKINS e HOWE (1946) também foram incluídos para demonstrar como os resultados são efetivamente semelhantes.

QUADRO 2. RELAÇÕES ENTRE AS PORCENTAGENS DE EXTRATO ETÉREO DA PORÇÃO COMESTÍVEL DA CARCACA (Y) E DA PORÇÃO COMESTÍVEL DO CORTE DA 9-10-11# COSTELAS.

AUTOR	EQUACAO	ANIMAIS	R ²	CVR
HOPPER, 1944	$Y=0,7798X+3,40$	56M	0,966	----
HANKINS E HOWE, 1946	$Y=0,7400X+3,49$	84M	0,828	9,1%
	$Y=0,7800X+2,73$	36F	0,884	6,4%
POWELL E HUFFMAN, 1968	$Y=0,7800X+2,73$	15M	0,880	----
CROUSE E DIKEMAN, 1974	$Y=0,7600X+4,03$	27M	0,880	3,3%

M - novilhos

F - novilhas

Y e X - % de extrato etéreo na carcaca e corte

Quando os resultados de HANKINS e HOWE (1946) foram publicados, uma questão importante foi tocada. As regressões obtidas para as novilhas eram diferentes das equações determinadas para novilhos (quadro 2). Se as regressões eram diferentes para diferentes sexos, então elas poderiam diferir entre diferentes grupos genéticos, animais castrados e não castrados e animais nos extremos das regressões desenvolvidas.

Após os trabalhos de HANKINS e HOWE (1946) vários pesquisadores, principalmente no final dos anos 60 e no início dos anos 70 procuraram testar essas equações.

COLE et alii (1962), trabalhando exclusivamente com dados da carcaca, confirmaram as equações de HANKINS e HOWE (1946) em que eram estimados o rendimento de carcaca e rendimento de carne da

carcaca. O trabalho de COLE et alii (1962) utilizou um grupo de animais heterogêneo composto por diferentes raças, inclusive 12 animais Brahman e 14 animais cruzados Brahman.

POWELL e HUFFMAN (1968) testaram as equações propostas por HANKINS e HOWE (1946) e observaram que as porcentagens de gordura e de proteína na carcaca eram correlacionadas às porcentagens dos mesmos componentes no corte da 9-10-11ª costelas com R^2 de 0,88 e 0,77 respectivamente. O trabalho também determinou a precisão com que eram estimados os mesmos parâmetros a partir da gravidade específica, sendo esta bem inferior. Os R^2 observados foram de 0,77 e 0,59 para as estimativas das porcentagens de gordura e de proteína, não obstante o fato de que os animais pesavam em média 454 quilos e que o teor médio de gordura na carcaca era de 35,7% (POWELL e HUFFMAN, 1968). Os autores concluíram que a estimativa da composição da carcaca a partir da composição do corte da costela representa uma técnica muito trabalhosa, porém a mais precisa.

Os resultados de POWELL e HUFFMAN (1973), testando diversas técnicas para a estimativa da composição da carcaca, demonstraram que o uso da gravidade específica da carcaca e da gravidade específica do corte resultavam em estimativas com o mesmo grau de precisão. Esses dados, indiretamente, reforçam a tese de que a composição do corte efetivamente representa a composição da carcaca.

O experimento de CROUSE e DIKEMAN (1974) é um dos poucos experimentos efetivamente planejados para testar equações produzidas por outros pesquisadores. Segundo os resultados desse

trabalho, CROUSE e DIKEMAN (1974) afirmaram existir um erro constante na estimativa da quantidade de proteína na carcaça de novilhos, através da composição do corte da 9-10-11ª costelas pelas equações de HANKINS e HOWE (1946). Além disso, uma diferença significativa foi encontrada entre os valores preditos pela equação de HANKINS e HOWE (1946) e a equação desenvolvida a partir dos 27 animais utilizados por estes autores.

Os dados publicados por CROUSE e DIKEMAN (1974) devem ser analisados com cautela, já que os animais apresentavam carcaças mais pesadas, teor de gordura superior em 7,4 pontos percentuais, número de animais era três vezes menor (27) e a população composta de animais cruzados, com sangue Simental e Limousin, diferindo bastante dos 82 animais utilizados por HANKINS e HOWE (1946), predominantemente Hereford, Angus e Shorthorn com apenas 12 animais com sangue Brahman.

Ao especular sobre esses resultados, assumindo a inexistência de falhas de metodologia, é possível reforçar a hipótese de que há diferenças nas equações para diferentes grupos genéticos, ou para animais em extremos das curvas de regressão.

Autores franceses trabalharam extensivamente com o uso do corte da 11ª costela para a determinação da composição corporal de bovinos (GEAY e BERANGER, 1969; ROBELIN e GEAY, 1975; ROBELIN et alii, 1975). Os resultados obtidos demonstraram que a precisão das estimativas da quantidade de extrato etéreo no animal não diferia quando a variável independente era o extrato etéreo ou a gordura separável fisicamente na secção da 11ª costela. Esses resultados levaram os autores a escolher esta última variável, por ser sua obtenção muito mais prática. Estes

autores conseguiram estimar com bastante precisão os constituintes corporais água e gordura no corpo vazio, em quilos, a partir da quantidade de gordura separável no corte, obtendo R^2 de 0,88 e 0,91 e o $S_{x,y}$ de 0,94 e 1,00, respectivamente para quantidade de água e gordura (ROBELIN et alii, 1975).

Resultados posteriores publicados pelo grupo do INRA (Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica, França) demonstram precisão muito superior às reportadas por ROBELIN et alii (1975). As equações propostas por ROBELIN e GEAY (1976) utilizam a composição do corte da 11ª costela e outros parâmetros facilmente mensuráveis ao abate em regressões múltiplas. Os coeficientes de determinação e desvios da regressão demonstram que essas equações são extremamente precisas:

$$\begin{aligned} \text{Kg de gordura no animal} = & + \text{ peso da carcaça} * 0,1195 \\ & + \text{ peso da gord. na 11ª costela} * 103,2 \\ & - \text{ peso do musc. na 11ª costela} * 17,96 \\ & - 3,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 = & 0,9610 & S_{xy} = & 3,13 \text{ Kg} \\ & & \text{CVR} = & 9,17 \% \end{aligned}$$

ALHASSAN et alii (1975) publicaram um importante trabalho cujo objetivo era predizer a composição do corpo vazio a partir da composição do corte da 9-10-11ª costela. Utilizando como variáveis a quantidade de gordura no corte da costela e o peso da carcaça quente, esses autores conseguiram obter equações que estimavam a quantidade de gordura no animal com R^2 de 0,94 e 0,96 e CVR de 8 e 10% para populações de bovinos das raças Hereford e Angus, respectivamente.

ALHASSAN et alii (1975), assim como HOPPER (1944) e ROBELIN

e GEAY (1975), não conseguiram obter regressões com precisão adequada para a estimativa da quantidade de cinzas no animal e da porcentagem de proteína e cinzas no animal. Portanto a proposição de LUSH (1926) de que as quantidades de cinzas e proteína devem ser estimadas a partir das relações entre os constituintes na matéria desengordurada parece válida. A avaliação desses resultados parece demonstrar ainda, que a metodologia pode ser empregada com vantagens no caso de animais magros, onde a gravidade específica não apresenta bons resultados.

Os resultados de ALHASSAN et alii (1975) demonstraram que as equações desenvolvidas para animais Angus e Hereford apresentavam coeficientes de regressão diferentes para cada raça, tanto para as equações de regressão múltipla quanto para as simples. Embora não tenha sido feita uma análise estatística para demonstrar diferença estatística, os valores são bastante diversos. Logo pode-se afirmar que as equações para estimativa da composição corporal comprovadamente são diferentes entre novilhos e novilhas (HANKINS e HOWE, 1946) e entre diferentes raças (ALHASSAN et alii, 1975).

Não foi encontrado nenhum trabalho na literatura demonstrando a necessidade de se utilizar equações distintas dentro de uma raça, entretanto Harpster et alii (1978), citados por FOX e BLACK (1984), demonstraram que a composição corporal de Hereford "selecionados" era diferente da composição dos animais Hereford "não selecionados", ou seja, animais de mesma raça, mas de diferentes tamanhos corporais. Também não foi encontrado nenhum trabalho na literatura que procurasse determinar diferenças entre equações para machos inteiros e castrados embora

existam diferenças marcantes no desenvolvimento do dianteiro e traseiro entre esses animais.

Em resumo, pode ser dito que os trabalhos consultados em que a composição do corpo vazio é estimada a partir da composição de cortes da costela, ao contrário de outras metodologias, sempre resultaram em coeficientes de determinação acima de 0,83 e CVRs inferiores a 12% quando a variável independente é a porcentagem ou quantidade de extrato etéreo.

Embora os resultados dessa metodologia sejam consistentes, os coeficientes de regressão das equações são diferentes para diferentes grupos genéticos. Isto indica que as equações de estimativa devam ser testadas antes de serem utilizadas numa determinada população (MACNEIL, 1983).

O uso da composição de cortes das costelas é o método para estimativa da composição corporal que produz os resultados mais confiáveis. Como os animais da raça Nelore ou anelorados representam 80 % do rebanho de corte nacional, é importante que se desenvolvam equações para a estimativa da composição corporal desses animais com base na composição de cortes da costela.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados experimentais utilizados para elaboração desta tese são frutos de um trabalho em conjunto entre pesquisadores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, através de projeto em convênio com a FINEP.

Os animais foram mantidos nas instalações da Divisão de Criação e Manejo de Gado de Corte do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa. O abate dos animais, o desmonte e a amostragem dos tecidos, bem como a moagem e parte das análises de laboratório foram realizadas no abatedouro, laboratório de carnes e laboratórios da Divisão de Criação e Manejo de Gado de Corte. As análises químicas foram realizadas no laboratório de bromatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

3.1. Animais

Os animais utilizados nesse experimento pertenciam ao rebanho do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, provenientes da Estação Experimental de Andradina. Foram escolhidos 34 de um lote de 45 animais nelore, machos não castrados. Os animais podem ser grupados em três lotes básicos:

I- Quinze animais nascidos entre agosto e outubro de 1985. Estes animais foram mantidos exclusivamente a pasto até a desmama, quando foram transferidos para Nova Odessa e alimentados em confinamento. Quatro animais deste grupo foram abatidos logo após o período de adaptação à dieta utilizada (BOIN¹).

II- Dezesseis animais nascidos entre setembro e outubro de 1984, mantidos exclusivamente em pastagens, do nascimento até a transferência para o confinamento em Nova Odessa. Três animais deste grupo foram abatidos logo após o período de adaptação à dieta do confinamento (BOIN¹).

III-Dois animais nascidos em outubro de 1984 e um animal nascido em setembro de 1983. Esses animais foram mantidos em pastagem até o abate. Quando abatidos, ao final da estação seca, tinham perdido uma média de 50 quilos de peso vivo em relação ao peso em que entraram na estação seca.

Os 24 animais dos grupos I e II que não foram sorteados para o abate inicial foram divididos em dois grupos ao acaso, participando de um experimento em que se testou dois níveis de ingestão de energia. Detalhes a respeito do tratamento nutricional e do manejo dos animais estão em outro trabalho (BOIN¹).

Em resumo, os grupos de animais I e II foram subdivididos em três subgrupos: abate inicial e dois níveis de ingestão de energia.

¹
BOIN, C. (Universidade de São Paulo, ESALQ) "Componentes do peso em jejum e do corpo vazio, composição química corporal e exigências nutricionais de tourinhos Nelore em crescimento e acabamento " (Em elaboração).

3.2. Determinação da Composição Corporal

Uma descrição detalhada da metodologia empregada para a determinação da composição corporal dos animais está em outro trabalho (BOIN¹). Para a obtenção da composição do corpo vazio foi utilizada a técnica da determinação direta, através da moagem de todos os tecidos do animal, em um moedor HERMAN P-33A-3-789 com motor de 15 H.P. A composição da carcaça representa a composição de todos os tecidos da carcaça inclusive dos ossos. A composição do corpo vazio representa a composição de todo o corpo do animal menos os conteúdos do esôfago, rúmen-retículo, omaso-abomaso, intestinos e reto, limpos manualmente. Estão incluídos a cabeça, as patas, o couro, o rabo com ossos e todas as vísceras.

Os animais eram pesados após jejum de 16 horas de água e alimentos. Após a pesagem, era medida a altura do animal, colocando-se a régua coincidentemente à reta imaginária traçada entre a ponta dos ileos.

O animal era abatido através de concussão cerebral e posteriormente seccionava-se a carótida e a jugular. A carcaça era retirada, sendo que, após a separação da cabeça, na junta atlanto-occipital, nenhuma limpeza era feita nos músculos da paleta da carcaça. A carcaça era cuidadosamente dividida em duas metades, sendo os membros locomotores anteriores separados entre os ossos do carpo e metacarpos e os membros posteriores separados

entre os ossos do tarso e metatarsos. A gordura renal e pélvica era retirada da carcaça e colocada em saco plástico tarado.

Nas meias-carcaças eram medidos o comprimento e a profundidade. Após a determinação da gravidade específica, também eram determinadas a espessura de gordura sobre a 12ª costela e a área de olho de lombo. Depois de serem medidas, as duas meias-carcaças eram divididas em quartos entre a quinta e a sexta costelas, pesadas e levadas para a câmara fria do laboratório, sendo resfriadas por um período de 48 horas.

Os dados individuais de peso e composição corporal dos tecidos extracarcaca, da carcaça e do corpo vazio, assim como as medidas corporais podem ser encontradas no trabalho de BOIN¹ para os animais do grupo I e II. Para os animais do grupo III esses dados podem ser encontrados no apêndice.

3.3. Gravidade Específica

Após quarenta e oito horas de resfriamento, os dois quartos da metade direita da carcaça eram pesados ao ar e depois pesados submersos em água, em tanque com 1,50 m de diâmetro por 3,00 m de altura. A precisão das balanças era de 100 gramas para a pesagem ao ar e 25 gramas para a pesagem submersa. A temperatura da carcaça era medida em diversas profundidades e anotada. A temperatura da água também era anotada.

Durante esta operação, muito cuidado era necessário para que

não ficasse ar retido nas reentrâncias da carcaça, especialmente do quarto dianteiro. Procurou-se proceder à pesagem o mais rápido possível, embora fosse necessário algum tempo para se retirar o ar eventualmente preso nas reentrâncias da carcaça.

3.4. Obtenção dos Cortes da Costela

Corte da 9-10-11# costela: O corte foi obtido de acordo com a metodologia proposta por HANKINS e HOWE (1946), à exceção do fato de que a carcaça já havia sido dividida entre a 5# e 6# costelas. O quarto traseiro da metade direita da carcaça foi seccionado entre a 12# e 13# costelas, sendo então medida a distância entre o ponto onde a vertebra foi seccionada e o início da cartilagem da 13# costela. Respectivamente estes são os pontos A e B representados na figura 1.

Utilizando-se uma régua, define-se o ponto C de tal modo que a distância AC seja 61,5% da distância AB. Traçando-se com auxílio de um esquadro uma linha perpendicular a AB que passa pelo ponto C, define-se o ponto D que é a intersecção desta linha com a circunferência externa das costelas. Finalmente, separa-se a parte dorsal da parte ventral das costelas de modo que o corte seja feito no ponto D, perpendicularmente à superfície externa. Por fim, o corte da 9-10-11# costelas é retirado cortando-se com a faca pressionada à face posterior da 8# e da 11# costelas e completando-se a separação serrando através da vértebra torácica.

FIGURA 1. VISTA DA SECÇÃO DA 9-10-11# COSTELAS ATRAVES DE UM CORTE PERPENDICULAR A COLUNA DORSAL A ALTURA DA 12# COSTELA.

Durante o experimento, notou-se que os músculos que cobrem as costelas durante as 48 horas de resfriamento, apresentavam um encurtamento devido ao "rigor mortis". Em alguns animais o músculo havia se retraído dorsalmente, para além da 9# costela, em função da separação do carcaca entre a 5# e 6# costelas, dificultando a obtenção do corte da 9-10-11# costelas.

Devido às dificuldades surgidas na obtenção desse corte, procurou-se equacionar o problema dividindo-se a carcaca segundo o sistema inglês, entre a 12# e 13# costelas. Entretanto, como seria muito difícil utilizar este procedimento em abatedouros

comerciais, optou-se pela utilização de um outro corte das costelas. Assim, escolheu-se o corte da 10ª costela em função dos resultados positivos encontrados por LEDGER e HUTHINSON (1961), utilizando a composição desta secção das costelas para estimar a composição da carcaça em zebuínos. A vantagem da utilização deste corte estaria na simplicidade da sua obtenção.

Corte da 10ª Costela: O corte da 10ª costela foi obtido da meia carcaça esquerda dos 24 animais nascidos em 1984 e 1985 que permaneceram no confinamento recebendo dois níveis de consumo de energia, não tendo sido amostrados os animais dos grupos de abate iniciais.

O procedimento adotado para a obtenção do corte da 10ª costela foi o proposto por LEDGER e HUTCHINSON (1961). A carcaça era separada de acordo com o procedimento normal entre a 5ª e 6ª costelas. O corte era retirado cortando-se rente à face posterior do osso da 10ª costela, completando-se a separação da face distal serrando-se através do centro da 10ª vértebra torácica. Posteriormente, a separação da face cranial era realizada cortando-se rente à face posterior do osso da 9ª costela e depois serrando-se através do centro da 9ª vértebra torácica. O corte era separado ventralmente ao final do osso da costela. A figura 2 ilustra o processo de obtenção desse corte.

Após a separação o corte era pesado, serrado, ensacado e guardado em congelador a 15º centígrados negativos.

FIGURA 2. SEPARAÇÃO DO CORTE DA 10# COSTELA.

3.5. Gravidade Específica do Corte da 9-10-11# Costelas

Depois de retirado, o corte era pesado e levado para câmara fria até que a sua temperatura interna ficasse entre 0 e 4 graus centígrados. O corte era então retirado do congelador, novamente pesado ao ar e pesado submerso em água, com precisão máxima de 5 e 0,1 gramas respectivamente. Durante a pesagem, a temperatura da água era anotada.

Após a pesagem submersa, a água presente na superfície do corte era drenada e o corte era serrado, ensacado e guardado no congelador à temperatura de 15# centígrados negativos.

3.6. Moagem dos Cortes

A moagem das amostras foi realizada em um moedor de carne Hermann P-33A-3-789, com motor de 15 H.P.

Os cortes eram inicialmente serrados em serra de fita procurando-se evitar que durante esta operação houvesse qualquer perda de tecido da amostra. Todo o resíduo produzido durante a serragem era recolhido e adicionado à amostra.

O material serrado em tamanho apropriado ao tamanho da boca do moedor HERMAN era moído por 5 vezes através de uma faca dupla (Hermann M-132/8A) e do disco Hermann M-137/7-K com furos de 13 a 30 mm e homogeneizado manualmente. Apenas uma moagem era feita através do disco de 12mm (Hermann M-132/7-F), pois desta forma a quantidade de gordura que ficava aderida ao moedor diminuía. Todo o material que ficava aderido às peças da serra e do moedor era recolocado na amostra. Após a última moagem o material era homogeneizado manualmente e amostrado em duplicatas de 800 gramas.

Durante o abate, amostragem, congelamento e armazenamento dos tecidos que seriam moídos, bem como durante a moagem, houve perdas de peso das amostras. O controle destas perdas foi

realizado através de sucessivas pesagens em cada passo do processo. Cada amostra era pesada: a) imediatamente após ser retirada; b) após o congelamento; c) após a serragem para moagem; e d) após a moagem. Esse procedimento permitiu que se avaliasse as perdas ocorridas.

3.7. Análises Químicas

Água: A determinação de água foi realizada através de liofilização de pelo menos 300 gramas de material fresco em quadruplicatas de aproximadamente 80 gramas cada. O material atingia peso constante após aproximadamente 60 horas de liofilização.

Preparo das Amostras: O material liofilizado era pesado, ensacado e conservado em congelador até ser transferido para o Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ.

A amostra liofilizada com peso seco de aproximadamente 110 gramas era adicionado cerca de 1 quilo de gelo seco moído. Essa mistura era moída em moinho "Willey" através de uma peneira de 5 mm. Após a moagem, o material era transferido para uma geladeira onde permanecia por dois dias para que o gelo seco sublimasse. A amostra era então colocada em vidros bem vedados de laboratório e conservada em congelador a 15# centígrados negativos.

Antes das amostragens para as análises químicas, os vidros eram retirados do congelador por tempo suficiente para que a temperatura da amostra atingisse a temperatura ambiente (aproximadamente duas horas).

Determinação da matéria seca: Durante o processo de preparação e moagem do material liofilizado, houve absorção de umidade. Após a preparação para as análises químicas as amostras tinham, em média, 93% de matéria seca. Para a correção dos valores obtidos nas análises químicas, a matéria seca foi determinada em estufa a 105# graus.

Determinação de Gordura: Uma série de testes foram realizados no Laboratório de Bromatologia da ESALQ para identificar a metodologia mais adequada para a determinação de gordura. Foram testados diferentes extratores, tempos de extração, processamento da amostra e tipos de solventes.

Definiu-se : 1) utilizar o aparelho Soxhlet com recipientes de 150 ml e balões de 125 ml; 2) utilizar placa porosa onde a amostra era colocada diretamente; 3) não haver necessidade de se misturar areia à amostra antes da extração; 4) tempo de extração de 30 horas (para amostras com até 55% de EE na matéria seca); 5) utilização de éter dietílico como solvente; 6) a porcentagem de extrato etéreo foi definida como a perda de matéria seca durante a extração; 7) secagem do material liofilizado e moído antes da extração.

O procedimento adotado foi a colocação de aproximadamente 2

gramas do material liofilizado em placa porosa e secagem em estufa a 105 graus centígrados até peso constante. Em seguida o material foi extraído por 30 horas e novamente seco em estufa até peso constante.

Determinação de Cinzas: A determinação de cinzas foi realizada no material desengordurado obtido pelo procedimento descrito acima. A placa porosa era colocada em mufla a 600 graus centígrados por 16 horas.

Determinação de proteína: A proteína bruta foi determinada pelo método Macro-Kjehdal, utilizando-se 28 ml de ácido sulfúrico concentrado para a digestão de aproximadamente 1,3 gramas de amostra. Posteriormente, era feita a destilação com 80 ml de solução 50% de soda e a amônia recebida em 90 ml de uma solução de ácido bórico a 4,4%.

O ácido bórico era titulado com uma solução 0,1 normal de ácido clorídrico até o ponto de viragem dos indicadores. O fator 6,25 foi utilizado para o cálculo da quantidade de proteína.

Avaliação dos resultados laboratoriais: As análises de matéria seca, gordura, proteína e cinza eram refeitas sempre que a diferença entre as duplicatas estava fora de determinados limites. O erro entre duplicatas foi considerado como:

$$\% \text{ de erro} = \frac{(\text{valor_maior} - \text{valor_menor}) \times 100}{\text{valor menor}}$$

O procedimento adotado definia que se o resultado estivesse entre:

0 a 2%, um erro de 10% era permitido

2 a 4%, um erro de 6% era permitido

4 a 6%, um erro de 5% era permitido

> 6%, um erro de 3% era permitido

As amostras eram reanalisadas sempre que a soma da % de proteína, % de gordura, e % de cinzas na matéria seca fosse menor que 99,7 ou maior que 101,8.

3.8. Análise dos dados

Os dados obtidos foram utilizados para desenvolver regressões para estimativa da composição do corpo vazio e da carcaça dos animais. A composição foi estimada em porcentagem e em quantidade dos componentes água, gordura, proteína e cinzas para a carcaça e para o corpo vazio.

Para a obtenção das regressões, as variáveis foram grupadas em: a) Dados da gravidade específica da carcaça, do traseiro, do dianteiro e do corte da 9-10-11ª costelas, além da altura e da relação altura / peso vivo em jejum do comprimento e profundidade do animal; b) Dados da composição do corte da 10ª costela e do corte da 9-10-11ª costelas, somados aos dados utilizados no item anterior.

Inicialmente, através de um pacote estatístico (SISREG - Sistema de Análise de Regressões - MATTIOLLI e SCAFFI, 1988),

eram fornecidas as variáveis ao programa, que, no módulo de todas as possíveis regressões, calculava o coeficiente de determinação² e o valor da estatística Cp para todas as regressões possíveis, combinando todas as variáveis independentes. A melhor equação era escolhida segundo o valor da estatística Cp e o coeficiente de determinação, como proposto por MALLOW (1973), e que representa uma técnica para escolha de equações mais adequada do que aquela realizada unicamente em função do coeficiente de determinação (MACNEIL, 1983).

Para evitar que o número de regressões fosse extremamente elevado, as variáveis independentes que se mostravam capazes de explicar muito pouco da variação da variável dependente eram excluídas das regressões posteriores.

Além das regressões múltiplas obtidas pelo procedimento descrito acima, através do mesmo pacote estatístico foram obtidas outras regressões simples e múltiplas para estimativa da composição corporal e da carcaça, procurando reproduzir equações semelhantes às encontradas na literatura. Assim foi possível comparar e analisar a eficiência de equações semelhantes às propostas por autores que trabalharam com populações diferentes das utilizadas neste estudo.

Após a obtenção destas equações, foram testados diversos modelos não lineares com o objetivo de encontrar aquele que melhor se adequava aos dados obtidos. Os modelos $Y = a.x + b$; $Y =$

$$Cp = \frac{SSy - SSR/\delta^2}{n-2p}$$

SSr=soma dos quadrados da regressão
p=número de parâmetros da regressão

SSy=soma total de quadrados
n=número de observações

$a.x + b.x^2 + c$; e $Y = a.x^b$ foram testados e comparados.

Para analisar as equações e avaliar a sua eficiência, as melhores equações, escolhidas segundo o coeficiente de determinação e a estatística C_p , foram plotadas em função dos dados do experimento e dos seus próprios resíduos. Para as equações múltiplas, os resíduos foram plotados em função de cada variável dependente, testando-se o efeito do componente.

As equações de outros autores foram testadas plotando-se os resíduos da utilização dessas equações em função dos dados obtidos para a população deste experimento. As plotagens de resíduos e das regressões foram feitas através de um outro pacote estatístico, o STATGRAPHICS (1985). Através do STATGRAPHICS (1985) foram testados os limites de confiança e os valores dos resíduos das equações, com o objetivo de identificar observações que fossem verdadeiramente "outliers" a nível de 1%.

Através de um programa de computador as regressões foram analisadas para o cálculo do número de unidades experimentais necessárias para se determinar diferenças significativas a nível de 95% de probabilidade entre dois grupos de animais, segundo o modelo:

$$D(0,05) = t_{0,05} \sqrt{\frac{2}{2/N} \left(b^2 V + S_{x,y} \right)}$$

ROBELIN et alii, 1975

Onde:

N é o número de unidades experimentais.

$t_{0,05}$ é o valor de t para dois graus de liberdade.

$D(0,05)$ é a diferença entre os grupos que pode ser

evidenciada com 95% de probabilidade.

b é o valor do coeficiente linear de regressão.

V é a variância da variável explicativa (X).

$S_{x,y}$ é o desvio residual da estimativa.

Esse modelo inclui as variâncias da variável na população e do erro da equação na estimativa dessa variável ao calcular o número de unidades experimentais.

Em hipótese alguma o quociente $\frac{S_{x,y}^2}{(b^2 V + S_{x,y}^2)}$ deve ser superior a 0,50 para que a equação funcione. Ou seja, o $\frac{S_{x,y}^2}{(b^2 V + S_{x,y}^2)}$ não deve representar mais do que 50% da variância de Y , $(b^2 V + S_{x,y}^2)$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 3 estão os valores médios das variáveis empregadas para obtenção das equações de estimativa da composição corporal a partir da gravidade específica.

QUADRO 3. VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES EMPREGADOS PARA OBTENÇÃO DAS EQUAÇÕES.^a

RELACÃO DE VARIÁVEIS	$\bar{M}$	S	VAL. MAX	VAL. MIN.
PESO EM JEJUM	373,6	92,0	560,0	255,5
IDADE (dias)	683,3	163,4	496,0	253,0
PESO VAZIO	324,89	87,65	499,28	185,80
GRAVIDADE TRASEIRO	1,0843	0,0107	1,1073	1,0691
GRAVIDADE CARCAÇA	1,0824	0,0824	1,1055	1,0733
ALTURA / PVj	0,4169	0,0994	0,6450	0,2768
% AGUA CARCAÇA	61,12	3,06	68,05	56,36
% GORDURA CARCAÇA	14,81	4,13	21,05	5,14
% PROTEÍNA CARCAÇA	18,94	0,66	20,55	17,83
% CINZAS CARCAÇA	4,93	0,47	7,19	4,46
% AGUA CVA	62,06	3,25	69,16	56,45
Kg AGUA CVA	208,2	52,76	325,9	139,8
% GORDURA CVA	14,78	4,41	22,05	4,93
Kg GORDURA CVA	49,52	20,24	90,29	21,77
% PROTEÍNA CVA	19,28	0,84	21,29	18,08
Kg PROTEÍNA CVA	64,96	17,42	102,4	42,67
% CINZAS CVA	4,72	0,54	6,30	3,91
Kg CINZAS CVA	15,22	4,06	19,82	7,41

a - a composição da carcaça foi obtida em 27 animais

CVa - corpo vazio.

M - média ; S - desvio padrão.

PVj - peso vivo em jejum

Os quadros 4 e 5 apresentam a média, o desvio padrão e os valores máximos e mínimos da composição corporal, da carcaça e do corte dos animais utilizados para derivar as regressões entre a composição corporal e a composição de cortes das costelas.

QUADRO 4. VALORES MEDIOS DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES DA POPULAÇÃO N-31.^a

VARIÁVEIS	M	S	VALOR MAX.	VALOR MIN.
PESO EM JEJUM (Kg)	333,5	87,5	496,0	180,5
IDADE (dias)	622,7	201,9	904,0	302,0
PESO CARCAÇA QUENTE	193,7	54,1	293,8	103,9
ALTURA NAS ANCAS (cm)	139,0	7,20	151,5	122,0
ALTURA / PVj	0,438	0,100	0,676	0,299
% AGUA CARCAÇA	60,52	2,40	64,76	56,36
% GORDURA CARCAÇA	15,65	2,88	21,05	10,63
% PROTEÍNA CARCAÇA	18,85	0,61	20,04	17,56
% CINZAS CARCAÇA	5,21	0,40	5,96	4,46
% AGUA CVa	62,07	2,94	66,70	56,45
Kg AGUA CVa	184,7	43,70	269,2	107,8
% GORDURA CVa	16,07	3,26	22,05	10,64
Kg GORDURA CVa	47,46	21,56	90,29	17,73
% PROTEÍNA CVa	19,10	0,71	20,43	17,10
Kg PROTEÍNA CVa	57,36	15,40	89,06	30,05
% CINZAS CVa	4,59	0,36	5,43	3,91
Kg CINZAS CVa	13,74	3,67	19,82	7,40
PESO DA 9-10-11#	3.304	1,020	5,020	1,700
% AGUA 9-10-11#	56,61	3,830	63,80	50,51
Kg AGUA 9-10-11#	1,956	0,444	2,892	1,187
% GORDURA 9-10-11#	20,00	4,970	11,40	27,63
Kg GORDURA 9-10-11#	0,733	0,334	1,346	0,219
% PROTEÍNA 9-10-11#	18,26	1,366	21,34	15,88
Kg PROTEÍNA 9-10-11#	0,620	0,147	0,930	0,353
% CINZAS 9-10-11#	5,735	0,825	7,125	3,699
Kg CINZAS 9-10-11#	0,186	0,052	0,303	0,100

a - a composição da carcaça foi obtida em 27 animais

CVa - corpo vazio.

M - média ; S - desvio padrão.

PVj - peso vivo em jejum

Os animais da população N-31 foram os 31 animais utilizados para a obtenção das regressões entre a composição do corte da 9-10-11# costelas e a composição do corpo vazio e da carcaça, enquanto os dados dos 24 animais da população N-24 foram empregados para a obtenção das regressões entre a composição do corte da 10# costela e a composição do corpo vazio e da carcaça.

QUADRO 5. VALORES DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES DA POPULAÇÃO N-24.^a

VARIÁVEL	$\bar{M}$	S	VALOR MAX.	VALOR MIN.
PESO JEJUM (Kg)	358,5	78,0	496,0	220,5
IDADE (dias)	665	181	904	402
PESO CARCASA (Kg)	209,6	49,9	293,8	122,9
ALTURA (cm)	140,6	5,81	151,5	130,0
ALTURA / PVj	0,410	0,081	0,590	0,300
% AGUA CARCASA	60,25	2,36	64,67	56,36
% GORDURA CARCASA	15,99	2,87	21,05	10,63
% PROTEINA CARCASA	18,81	0,63	20,04	17,56
% CINZAS CARCASA	5,17	0,40	5,96	4,46
% AGUA CVa	61,17	2,69	66,00	56,45
Kg AGUA CVa	196,92	39,32	269,30	132,10
% GORDURA CVa	16,07	3,26	22,05	10,64
Kg GORDURA CVa	53,71	20,24	90,29	21,28
% PROTEINA CVa	19,19	0,70	20,43	17,95
Kg PROTEINA CVa	62,03	13,60	89,05	39,30
% CINZAS CVa	4,56	0,38	5,43	3,91
Kg CINZAS CVa	14,73	3,33	19,82	9,41
PESO DA 10#	1,868	0,551	3,040	0,990
% AGUA 10#	54,99	3,908	62,77	48,42
Kg AGUA 10#	1,013	0,260	1,609	0,563
% GORDURA 10#	21,62	5,168	30,67	11,88
Kg GORDURA 10#	0,424	0,196	0,784	0,129
% PROTEINA 10#	17,96	1,012	19,78	16,58
Kg PROTEINA 10#	0,332	0,086	0,510	0,183
% CINZAS 10#	5,553	0,664	6,956	4,347
Kg CINZAS 10#	0,102	0,027	0,152	0,058

a - ver rodapé do quadro 4.

Os histogramas das figuras 3, 4 e 5 auxiliam a caracterizar a população utilizada para obtenção das regressões.

FIGURA 3. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31 PARA O PESO DA CARCASA QUENTE.

FIGURA 4. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31, PARA A PORCENTAGEM DE GORDURA NO CORPO VAZIO.

FIGURA 5. HISTOGRAMA DE FREQUENCIA PARA A POPULAÇÃO N-31 PARA PORCENTAGEM DE PROTEINA NO CORPO VAZIO.

No quadro 6 estão os coeficientes de correlação entre as variáveis empregadas nas equações de estimativa.

QUADRO 6. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS EMPREGADAS NAS EQUAÇÕES DE ESTIMATIVA E ENTRE AS VARIÁVEIS DEPENDENTES QUE REPRESENTAM A COMPOSIÇÃO DO CORPO VAZIO.

	ZACR	KgACR	ZGCR	KgGCR	ZPCR	KgPCR	ZCCR	KgCCR	GRT	GRC	PVa	PCQ
ZACR	-	-0,58**	-0,98**	-0,87**	0,88**	-0,63**	0,24	-0,60**	0,75**	0,49**	-0,75**	-0,78**
KgACR		-	0,60**	0,87**	-0,56**	0,99**	-0,31	0,82**	-0,59**	-0,60**	-0,75**	-0,78**
ZGCR			-	0,90**	-0,92**	0,63**	-0,43*	0,51**	-0,79**	-0,61**	0,76**	0,77**
KgGCR				-	-0,83**	0,89**	-0,41*	0,73**	-0,78**	-0,69**	0,92**	0,93**
ZPCR					-	-0,54**	0,44*	-0,44*	0,70**	0,65**	-0,65**	-0,66**
KgPCR						-	-0,37	0,88**	-0,61**	-0,57**	0,93**	0,93**
ZCCR							-	0,24	0,47*	0,65**	-0,37	-0,35*
KgCCR								-	-0,42*	-0,26	0,75**	0,77**
	ZACR	KgACR	ZGCR	KgGCR	ZPCR	KgPCR	ZCCR	KgCCR	GRT	GRC	PVa	PCQ
ZA CVa	0,94**	-0,56**	-0,95**	-0,86**	0,87**	-0,68**	0,34	-0,53**	0,74**	0,54**	--	--
KgA CVa	-0,66**	0,92**	0,67**	0,87**	-0,56**	0,94**	-0,35	0,74**	-0,65**	-0,49**	--	--
ZB CVa	-0,94**	0,56**	0,96**	0,86**	-0,89**	0,67**	-0,39*	0,50**	-0,74**	-0,57**	--	--
KgB CVa	-0,88**	0,80**	0,90**	0,96**	-0,81**	0,86**	-0,41*	0,67**	-0,77**	-0,66**	--	--
ZP CVa	0,47*	-0,21	-0,48*	-0,38	0,46*	-0,14	0,15	-0,21	0,34	0,34	--	--
KgP CVa	0,69**	0,89**	0,70**	0,88**	-0,58**	0,93**	-0,35	0,73**	-0,66**	-0,48*	--	--
ZC CVa	0,30	-0,09	-0,37	-0,26	0,30	-0,07	0,44*	0,10	0,33	0,29	--	--
KgC CVa	-0,66**	0,88**	0,64**	0,84**	-0,55**	0,90**	-0,21	0,80**	-0,59**	-0,43*	--	--

Kg - quantidade do componente em quilos.

CR - corte da 9-10-11ª costelas.

A, água ; B, gordura ; P, proteína ; C, cinzas.

CVa - corpo vazio.

* - $P < 0,05$

** - $P < 0,01$

4.1. ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL A PARTIR DA GRAVIDADE ESPECÍFICA

Para a obtenção das equações apresentadas no quadro 7 as variáveis peso da carcaça quente, altura nas ancas, relação altura nas ancas / peso em jejum, profundidade da carcaça, comprimento da carcaça, gravidade específica do corte da 9-10-11ª costelas, gravidade específica do traseiro e do dianteiro dos animais (separados entre a 5ª e 6ª costelas) e a gravidade específica da carcaça foram utilizadas. O número de observações para cada regressão não foi o mesmo, já que alguns dados foram descartados em função de problemas durante a pesagem submersa dos quartos dos animais, assim como não foi obtida a composição da carcaça dos quatro animais do abate inicial do grupo I. As médias, desvios e os valores máximos e mínimos da população para as variáveis empregadas estão apresentados no quadro 3.

No apêndice 4 podem ser encontrados os valores individuais para a gravidade do traseiro, do dianteiro, da carcaça e do corte da 9-10-11ª costelas. Os dados individuais dos demais parâmetros utilizados podem ser encontrados no trabalho de BOIN¹.

As equações do quadro 7 são as melhores equações determinadas quando todas as variáveis foram fornecidas ao computador, para a estimativa dos componentes corporais no corpo vazio. As variáveis independentes gravidade específica da carcaça

QUADRO 7. MELHORES EQUAÇÕES MÚLTIPLAS ENTRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E A GRAVIDADE ESPECÍFICA, INCLUINDO VARIÁVEIS DETERMINADAS NO ANIMAL VIVO OU NA CARCÇA.

COMPONENTE _NO_CVa	EQUAÇÃO Nº	INTERCEPTO	COEFICIENTES DE REGRESSÃO					R ²	CVR	N
			PCQ	ALT	ALT/P	GET	GEC			
% AGUA	1	-208,16	--	0,1381	12,939	226,40	--	0,758	2,76	26
Kg AGUA	2	-912,64	0,8261	0,6474	--	782,76	--	0,982	3,89	26
% GORDURA	3	394,30	--	-0,1832	-12,526	-321,46	--	0,781	15,06	26
Kg GORDURA	4	1555,0	--	--	-111,35	-1347,5	--	0,855	17,54	26
% PROTEÍNA	-	--	--	--	--	--	--	0,498	--	26
Kg PROTEÍNA	5	-166,60	0,2971	--	--	153,88	--	0,982	4,04	26
% CINZAS	-	--	--	--	--	--	--	0,270	--	26
Kg CINZAS	6	-157,09	0,0780	--	--	143,90	--	0,912	10,33	26

CVa - corpo vazio

PCQ - peso da carcaça quente

ALT - altura na anca

ALT/P - relação altura nas ancas, peso em jejum

GET - gravidade específica do traseiro

GEC - gravidade específica da carcaça

CVR - desvio da regressão em porcentagem da média

R² - coeficiente de determinação

e do dianteiro, profundidade e comprimento da carcaça não foram incluídas em nenhuma equação determinada pelo computador. A não inclusão da gravidade específica da carcaça e do dianteiro parece ser função de dificuldades encontradas durante a pesagem submersa do dianteiro em razão da retenção de ar. Desta forma, também o valor da gravidade da carcaça, como variável explicativa da composição corporal, pode ter sido prejudicada.

As estimativas das porcentagens de proteína e de cinzas apresentaram coeficientes de determinação extremamente baixos, demonstrando que estas equações são de pouca valia para a estimativa destes componentes, provavelmente em função da estreita amplitude de variação na porcentagem destes componentes no corpo vazio (histogramas das figuras 3,4 e 5; quadro 3).

A estimativa da quantidade de água no animal através da equação 2 do quadro 7 apresenta coeficiente de determinação elevado (0,982), assim como desvio da regressão em porcentagem da média (CVR) bastante baixo (3,89). Já a estimativa da quantidade de gordura no animal a partir da relação altura / peso e da gravidade específica do traseiro (equação 4) apresentou precisão inferior ($R^2 = 0,855$ e $CVR = 17,54$). As variáveis altura ou a razão altura / peso foram incluídas nestas equações demonstrando serem altamente correlacionadas com a variação no teor de água e gordura no corpo vazio. Uma vez que a porcentagem de gordura no animal é altamente e inversamente correlacionada à porcentagem de água (REID et alli, 1955), é natural que as equações 1 e 3 utilizem exatamente as mesmas variáveis, apenas invertendo o sinal dos coeficientes de regressão das equações.

A quantidade de gordura foi a variável dependente que mais

variou e cuja estimativa foi menos precisa, à exceção das estimativas das porcentagens de proteína e cinzas. Como a composição corporal da população foi relativamente uniforme (quadro 3), as porcentagens dos componentes água, proteína e cinzas no corpo vazio pouco variaram, logo as melhores estimativas desses componentes foram feitas em função das suas quantidades em quilos.

As equações múltiplas que incluíam variáveis como a altura, profundidade da carcaça e outras medidas lineares apresentaram coeficientes de regressão muito dependentes da população empregada para obtenção das equações (populações dos quadros 3, 4 e 5). Esses resultados parecem demonstrar que equações derivadas através de certos parâmetros, como medidas lineares, apresentam coeficientes de determinação e de regressão que são função de características intrínsecas à população. O emprego destas equações com sucesso em outras populações é algo duvidoso aconselhando-se que sejam antes testadas.

Todas as equações para estimativa da quantidade e porcentagem de água ou gordura no corpo vazio se utilizaram da variável altura ou da relação altura / peso. Isso demonstra que a altura do animal, ou seu tamanho corporal, está estreitamente correlacionado a sua composição corporal dentro da amplitude de dados utilizados neste estudo. A manutenção destas variáveis nas equações múltiplas parece ser função do fato de que a gravidade específica do traseiro explica apenas uma pequena parte da variação da composição corporal.

A inclusão das variáveis independentes altura e relação

altura / peso melhorou os coeficientes de determinação das estimativas. O coeficiente de determinação foi de 0,758 para a estimativa da porcentagem de água e de 0,781 no caso da estimativa da porcentagem de gordura (quadro 7). Harpster et alii (1983) citado por FOX e BLACK (1984) já haviam afirmado que animais Hereford "selecionados" de maior tamanho corporal (medido como altura na anca) apresentavam menor teor de gordura e teores maiores de água, proteína e cinzas do que Herefords "não selecionados", de menor tamanho corporal.

As regressões múltiplas apresentadas no quadro 7 apresentam coeficientes de determinação, para a estimativa da porcentagem de gordura, inferiores aos obtidos por outros autores trabalhando com animais em crescimento (JONES et alii, 1978). A explicação para os resultados obtidos parece estar no fato de que estes autores trabalharam com populações cujo teor médio de gordura era bastante superior ao dos animais utilizados neste estudo.

A precisão das estimativas a partir das equações múltiplas do quadro 7 é relativamente baixa, porém estas equações apresentam outra limitação. Uma vez que se utilizam do peso da carcaça quente e/ou da razão altura / peso, estas relações não podem ser empregadas quando se espera uma alteração na composição corporal, ajustada para um mesmo peso vazio, em função do tratamento aplicado ao animal. Portanto, as equações simples entre a composição da carcaça e do corpo vazio em função da gravidade específica da carcaça e do traseiro foram determinadas.

No quadro 8 estão as equações para estimativa da porcentagem de gordura, água e proteína no corpo vazio em função da gravidade da carcaça e da gravidade do traseiro. O quadro 9 apresenta as

QUADRO 8. EQUAÇÕES SIMPLES DE ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO DO CORPO VAZIO
EM FUNÇÃO DA GRAVIDADE ESPECÍFICA DO TRASEIRO E DA CARCAÇA.

COMPONENTE NO_CVa	INTERCEPTO	GET	GEC	R^2	CVR
% DE AGUA	-297,61		332,48	0,598	3,41
% DE GORDURA	504,27		-452,41	0,626	18,86
% DE PROTEÍNA	-35,19		50,302	0,213	3,91
% DE AGUA	-223,16	263,28		0,684	3,02
% DE GORDURA	406,94	-361,92		0,731	16,00
% DE PROTEÍNA	-28,682	44,218		0,301	3,68

CVa - corpo vazio

GET - gravidade específica do traseiro

GEC - gravidade específica da carcaça

CVR - desvios da regressão em porcentagem da média

R^2 - coeficiente de determinação

QUADRO 9. EQUAÇÕES SIMPLES DE ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO DO CORPO VAZIO
EM FUNÇÃO DA GRAVIDADE ESPECÍFICA DO TRASEIRO E DA CARCAÇA.

COMPONENTE NA CARCAÇA	INTERCEPTO	GET	GEC	R^2	CVR
% AGUA	-269,46		305,41	0,622	3,15
%GORDURA	388,81		-344,97	0,752	13,41
%PROTEÍNA	-36,720		-50,898	0,362	2,88
% AGUA	-205,38	245,79		0,743	2,59
%GORDURA	381,72	-338,40		0,773	13,58
%PROTEÍNA	-29,929	45,071		0,524	2,49

CVa - corpo vazio

GET - gravidade específica do traseiro

GEC - gravidade específica da carcaça

CVR - desvios da regressão em porcentagem da média

R^2 - coeficiente de determinação

mesmas equações obtidas para a estimativa da composição da carcaça. A explicação para a maior precisão encontrada quando a variável independente foi a gravidade do traseiro parece ser função das dificuldades encontradas na pesagem submersa do quarto dianteiro.

As estimativas da porcentagem de água e de gordura na carcaça obtiveram precisão superior à encontrada para a estimativa dos mesmos parâmetros no corpo vazio. Isto parece lógico uma vez que a gravidade da carcaça, ou do quarto traseiro, deve representar a composição da carcaça com maior precisão que a composição de todo o animal. Entretanto, alguns pesquisadores demonstraram que a gravidade específica da carcaça era melhor correlacionada (maiores coeficientes de determinação) com a composição do corpo vazio do que a composição da própria carcaça (GARRET e HINMANN, 1969; JONES et alii, 1978), embora nenhum autor tenha procurado explicar esse comportamento(JONES et alii, 1978). É muito importante observar que a gordura renal e pélvica não é retirada da carcaça antes da obtenção da gravidade específica em alguns experimentos nos EUA e Canadá. JONES et alii (1978) comentam que uma grande parte dos experimentos realizados não descreve o tipo de apara realizada sobre a carcaça, principalmente em relação à gordura renal e pélvica.

No caso da população utilizada neste experimento os coeficientes de determinação encontrados para as relações entre a porcentagem de gordura e de água entre a carcaça e o corpo vazio foram de 0,83 e 0,91 sendo o melhor modelo para a regressão o quadrático (BOIN¹). GARRET (1968) encontrou coeficientes de

determinação altos para a regressão linear de 0,980 e 0,980 para porcentagem de água e gordura. Esses resultados parecem demonstrar que a composição da carcaça não estima a composição do corpo vazio com elevada precisão em tourinhos Nelore. Parâmetros que representam a composição da carcaça, como a gravidade específica, devem estimar a composição do corpo vazio de tourinhos Nelore com menor precisão. Os resultados poderiam ser diferentes se a gordura renal e pélvica não fosse retirada da carcaça.

O quadro 10 apresenta as regressões para estimativa da porcentagem de gordura na carcaça encontrada por diversos autores trabalhando com diferentes raças de bovinos. A premissa básica para a utilização da equação $Y = aX + b$ está na divisão do animal em matéria desengordurada e extrato etéreo. Teoricamente, estas relações deveriam ser semelhantes, uma vez que a gravidade específica da gordura e da matéria desengordurada não varia entre sexos ou raças (GARRET, 1968) e que a proporção de ossos na carcaça não varia dentro da amplitude da composição corporal de animais em crescimento (PRESTON et alii, 1974). Entretanto, JONES et alii (1978) afirmam que a variação na gravidade específica dos componentes corporais não foi convenientemente testada.

Os valores encontrados neste trabalho para a gravidade específica da gordura e da matéria desengordurada, respectivamente 0,84 e 1,41³, são diferentes dos obtidos por

3

Calculados assumindo-se para a equação do quadro 9 entre % gordura na carcaça e GEC o valor de Y igual a 100 e 0 respectivamente.

QUADRO 10. RESULTADOS OBTIDOS POR ALGUNS AUTORES QUE EMPREGARAM A GRAVIDADE ESPECIFICA PARA ESTIMAR A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE BOVINOS.

AUTOR	NUMERO DE ANIMAIS	RAÇA	PESO MEDIO	XMEDIA DE GORDURA	ESTIMATIVA DA % DE GORDURA NA CARCAÇA		
	a,b				EQUAÇÃO	R ²	Sx,y
KRAYBILL et alii 1952	30 NOVILHOS	Hereford	227-480 Kg	--	Y = 403,4 - 447,60 GEC	--	--
					d		
GARRET & HINMAN, 1969	48 NOVILHOS	Hereford	370 Kg	27,88	Y = 587,86 - 530,45 GEC	0,903	1,94
GIL et alii 1970	6 TOURINHOS 6 NOVILHOS 6 NOVILHAS	Hereford	241 Kg	23,03	Y = 649,04 - 718,41 GEC	0,790	4,06
PRESTON et alii 1974	36 NOVILHOS	Angus/ Hereford	336 Kg	27,69	Y = 578,68 - 520,44 GEC	0,922	1,80
GARRET et alii 1971	25 NOVILHOS	Charolês	--	23,40	c Y = 621,59 - 526,27 GEC	0,903	1,50
RESULTADOS DESTES TRABALHOS	26 ANIMAIS	Nelore	374 Kg	14,34	Y = 388,81 - 344,97 GEC	0,752	2,01

- a - A exceção de Kraybill et alii (1952) nenhum autor confirma se a gordura renal e pélvica foi incluída na carcaça.
b - Dados de Kraybill et alii (1952) citados por GARRET (1968).
c - Porcentagem de gordura no corpo vazio.
d - GEC, gravidade específica da carcaça.

outros pesquisadores, ao redor de 0,91 e 1,12 para a maioria dos experimentos (GARRET, 1968). Os valores dos coeficientes de regressão poderiam ter sido alterados em função de diferenças na padronização da temperatura durante a pesagem submersa. Outra explicação seria o fato de que a dificuldade em se retirar o ar preso nos quartos da carcaça atrasava a pesagem, alterando a temperatura desta. Diferenças na padronização da temperatura entre experimentos não afetariam os coeficientes de determinação ou os desvios das regressões. Entretanto, diferenças na temperatura da carcaça para um mesmo experimento reduziriam os coeficientes de determinação e aumentariam os desvios das estimativas.

Não obstante, as diferenças nos valores dos coeficientes de regressão poderiam ser explicados por uma real variação na gravidade da matéria desengordurada e da gordura de tourinhos da raça Nelore. GARRET et alii (1978) encontraram valores para os coeficientes de regressão das equações para estimativa da porcentagem de gordura para novilhos charolezes diferentes dos observados para novilhos Hereford (GARRET e HINMAN, 1969) (quadro 10).

Através da figura 6 é possível visualizar a dispersão dos dados de gravidade específica do traseiro em função do teor de gordura na carcaça.

O R^2 de 0,752 e o $S_{x,y}$ de 2,01 encontrados neste trabalho se comparam aos obtidos por GIL et alii (1970), $R^2 = 0,790$ e $S_{x,y} = 4,06$, trabalhando com animais com teor médio de gordura de 23,4%. Os resultados de KELLY et alii (1968) demonstram que a medida em que o teor de gordura na carcaça aumenta o coeficiente

FIGURA 6. PLOTAGEM DA GRAVIDADE ESPECIFICA DO TRASEIRO EM FUNÇÃO DA % DE GORDURA NO CORPO VAZIO.

de determinação da regressão entre gravidade específica e composição da carcaça também aumenta. Baixa precisão na estimativa da porcentagem de gordura foi observada por WALDMAN et alii (1969) em bezerros, com teor de gordura baixo. Estes dados contrastam com os encontrados por GARRET et alii (1971) publicados por OLD & GARRET (1987) (quadro 10), em que a composição corporal de novilhos Charoleses, com teor médio de gordura de 18,7%, foi estimada com elevada precisão.

Os resultados encontrados no presente estudo parecem reforçar a tese de que a estimativa da composição corporal a partir da gravidade específica é problemática em animais cuja porcentagem de gordura é inferior a 20% (GIL et alii, 1970; KELLY et alii, 1968; WALDMAN et alii, 1969). Portanto, um número elevado de animais seria necessário para que diferenças significativas fossem demonstradas entre dois grupos de animais de características semelhantes as da população deste estudo.

Para a população de tourinhos Nelore deste experimento um animal apresentaria teor de gordura de 20% quando atingisse peso em jejum ao redor de 490 quilos (BOIN¹). Portanto, para animais inteiros da raça Nelore, parece difícil que a técnica da gravidade específica apresente bons resultados, a não ser em animais em acabamento com elevados pesos vivos.

A amplitude dos dados também é um fator importante na determinação dos coeficientes de correlação e dos desvios de uma equação. A população deste estudo não apresentava grande variação na composição corporal. A amplitude de variação das variáveis tem grande influência sobre os valores dos coeficientes de determinação de uma equação. A pequena amplitude de variação

na porcentagem de proteína na carcaça, por exemplo, parece explicar o baixo coeficiente de determinação obtido neste estudo para a estimativa da porcentagem de proteína ($R^2 = 0,362$).

Embora as equações entre a composição corporal e a gravidade específica apresentadas no quadro 8 sejam menos precisas que as apresentadas no quadro 7, estas equações não usam o peso da carcaça quente e a relação altura / peso como variáveis explicativas. A utilização, para a estimativa da composição corporal, do peso da carcaça quente e da relação altura / peso em animais que receberam tratamentos capazes de alterar a composição ajustada para um mesmo peso vazio, pode refletir em resultados não confiáveis ainda que para efeito de comparação de tratamentos.

Através da equação proposta nos materiais e métodos (pág. 57) é possível calcular o número de animais para detectar uma diferença de 10 e 5% na porcentagem de gordura no corpo vazio, empregando a equação do quadro 8 em que a variável explicativa é a GET: 69 e 279 animais respectivamente.

Embora o número de animais (unidades experimentais) requeridos para demonstrar diferenças entre tratamentos seja importante, é fundamental garantir que as equações estejam livres de erros tendenciosos, capazes de invalidar comparações e impedir que os dados obtidos em um experimento sejam agrupados para análises posteriores.

Um maior número de dados, obtidos para machos inteiros, machos castrados e fêmeas em diferentes faixas de teor de gordura, permitiria que a técnica da gravidade específica fosse

melhor avaliada e que se determinasse uma faixa de trabalho onde estas regressões apresentassem resultados satisfatórios. Seria interessante checar uma possível variação na gravidade específica da matéria desengordurada.

A gravidade específica do corte da 9-10-11# costelas não foi incluída em nenhuma equação múltipla proposta nos quadros anteriores. No quadro 11 estão as equações entre a gravidade específica do corte e a composição do corpo vazio e a composição do próprio corte. Algumas observações foram retiradas por serem verdadeiros "outliers".

É interessante observar que os valores encontrados para a gravidade específica da gordura e da matéria desengordurada do corte da 9-10-11# costelas, respectivamente 0,926 e 1,121 estão muito próximos dos valores médios encontrados por outros autores

QUADRO 11. ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO^a (CVa) E DO CORTE DA 9-10-11# COSTELAS.

COMPOSIÇÃO	EQUAÇÃO	R ²	Sx,y	CVR
% AGUA NO CVa	Y= -210,71 + 251,55 GRCE	0,555	1,99	3,2
%GORDURA NO CVa	Y= 349,61 - 308,48 GRCE	0,606	2,20	14,7
% AGUA NA 9-10-11#	Y= -318,79 + 349,99 GRCE	0,647	2,79	4,8
% GORDURA NA 9-10-11# COSTELAS	Y= 574,71 - 512,68 GRCE	0,746	3,25	18,5

a - Número de animais para as regressões foi de 30 para composição do corpo vazio e de 33 para a composição da 9-10-11#. GRCE - gravidade específica do corte da 9-10-11# costelas.

0,91 e 1,12 (GARRET, 1968)(quadro 10). A não coincidência dos coeficientes de regressão entre a equação para o corte e para a carcaça parece explicar-se pela baixa precisão da estimativa e por alterações na temperatura da carcaça durante a pesagem.

O controle experimental das temperaturas da água e do corte da 9-10-11# costelas durante as pesagens submersas foi mais adequado do que o observado para a pesagem da carcaça. Portanto, o insucesso em alcançar padrões de precisão obtidos por POWELL e HUFFMAN (1973), para a gravidade da 9-10-11# parece ser explicado em função da amplitude restrita da composição corporal da população e do baixo teor médio de gordura na carcaça e no corte da 9-10-11# costelas.

CONCLUSOES

A gravidade do traseiro, obtido separado-se a meia carcaça entre a 5ª e 6ª costelas, foi superior à gravidade do dianteiro e da carcaça na estimativa da composição da carcaça e do corpo vazio.

A precisão da estimativa da composição corporal a partir de regressões múltiplas onde se incluem as variáveis gravidade específica do traseiro, altura, relação altura / peso e peso da carcaça quente foi semelhante à obtida quando unicamente o peso da carcaça quente foi utilizado como variável independente em modelo multiplicativo. A utilização destas equações para animais de diferentes sexos, recebendo tratamentos nutricionais e hormonais capazes de alterar a composição corporal deve ser vista com cautela. Estas equações devem ser testadas em outras populações.

Em animais que receberam tratamentos capazes de alterar a composição corporal, nos quais o peso da carcaça quente é um indicador tendencioso da composição, a utilização da gravidade específica como única variável explicativa em equações de estimativa deve ser empregada. Os resultados encontrados neste estudo se enquadram dentro dos obtidos por autores que trabalharam com populações onde o teor de gordura médio era baixo. Os R^2 s obtidos para as estimativas da porcentagem de gordura e água na carcaça foram de 0,773 e 0,743 respectivamente,

quando a gravidade do traseiro foi empregada como única variável explicativa.

A gravidade específica do corte da 9-10-11ª costelas não foi incluída em nenhuma regressão múltipla, provavelmente em função do teor de gordura na carcaça e no corte serem baixos.

Trabalhos futuros devem procurar determinar possíveis alterações na gravidade específica da gordura e da matéria desengordurada em função da raça, peso, idade e proporção de ossos no animal. Seria interessante determinar a faixa de teor de gordura em que a metodologia pode ser empregada com maior sucesso.

O método é simples, prático e não destrói a carcaça, entretanto a precisão encontrada foi relativamente baixa. Os problemas básicos da técnica são: há necessidade do teor médio de gordura ser relativamente alto, haver padronização das temperaturas, proceder-se à pesagem o mais rapidamente possível e não deixar ar retido na carcaça.

A técnica da gravidade específica deveria ser empregada com cautela em tourinhos Nelore.

4.2. ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DE CORTES DAS COSTELAS

Os dados de 31 animais foram utilizados para a obtenção das regressões entre a composição corporal e a composição do corte da 9-10-11ª costelas. Para as regressões entre a composição do corte da 9-10-11ª costelas e a composição da carcaça foram utilizados dados obtidos em 27 animais, uma vez que não se determinou a composição da carcaça dos 4 animais do abate inicial do grupo I.

Para as regressões entre a composição do corpo vazio e da carcaça e a composição do corte da 10ª costela foram utilizados dados obtidos de todos os 24 animais do grupo I e II que participaram do experimento com dois níveis de ingestão de energia.

Nos quadros 4 e 5 estão os valores médios, máximos e mínimos além do desvio padrão para as variáveis dependentes e independentes utilizadas nas regressões.

Além da composição dos cortes, as variáveis independentes utilizadas para obtenção das regressões apresentadas no item 4.1 (altura nas ancas, relação altura / peso em jejum, comprimento e profundidade da carcaça) foram fornecidas ao computador. Entretanto, nenhuma dessas variáveis foi incluída nas equações escolhidas pelo programa, à exceção do peso da carcaça quente.

As melhores equações para as regressões entre composição do corte da 9-10-11ª costelas e a composição do corpo vazio em

porcentagem e em quantidade, escolhidas a partir do teste de todas as possíveis regressões, estão no quadro 12. Da mesma forma as melhores equações obtidas empregando a composição do corte da 10ª costela estão no quadro 13. Para obtenção destas equações as únicas transformações de variáveis realizadas foram a inclusão do quadrado das porcentagens e das quantidades de gordura e de água dos cortes das costelas como variáveis independentes. Nos quadros 12 e 13, para as estimativas que empregaram a variável peso da carcaça quente, também foi incluída uma segunda equação, que não incluiu o peso da carcaça quente como variável explicativa, mas somente a composição do corte.

Como já discutido para os resultados apresentados no item anterior, em função da estreita variação no teor de proteína (histogramas das figuras 3, 4 e 5) e de cinzas (quadro 4 e 5) nos animais, não foi possível definir equações com precisão suficiente para a estimativa da porcentagem de cinzas e de proteína no corpo vazio ou na carcaça, R^2 de 0,459 e 0,218 respectivamente.

A quantidade e o teor de água no corpo vazio foram estimados com elevados R^2 e baixos CVRs, tanto em função da composição do corte da 9-10-11ª costelas como do corte da 10ª costela. As equações 1 e 2 apresentadas no quadro 12 e as equações 11 e 12 do quadro 13 demonstram que a precisão de um ou outro corte na estimativa da composição corporal é quase idêntica.

A estimativa da quantidade de água no animal feita unicamente através do peso da carcaça quente segundo um modelo multiplicativo (BOIN¹), apresentou precisão pouco inferior à

QUADRO 12. MELHORES EQUAÇÕES MÚLTIPLAS DETERMINADAS A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DO CORTE DA 9-10-11# COSTELAS.

COMPONENTE _NO_CVa	EQUAÇÃO N#	INTERCEPTO	COEFICIENTES DE REGRESSAO								R^2	Sx,y	CVR
			KgACR	%GCR^2	%GCR	KgGCR	%PCR	KPCR	KgCCR	%CCR			
% AGUA	1	67,26		-0,01357							0,929	0,80	1,28
Kg AGUA	2	6,192	13,718			-42,195				0,9347	0,990	2,49	3,94
Kg AGUA	3	21,21	70,232		1,7413						0,906	13,9	7,51
% GORDURA	4	8,939		0,01605							0,946	0,82	5,44
Kg GORDURA	5	5,612	-19,613			46,383				0,2457	0,976	1,11	7,37
Kg GORDURA	6	8,119		0,02358		45,532					0,952	4,88	10,3
% PROTEINA	--	--									0,459	--	--
Kg PROTEINA	7	-2,090				-10,911				0,3443	0,981	3,82	6,66
Kg PROTEINA	8	64,24				-2,827	75,44				0,891	5,26	9,17
% CINZAS	--	--									0,218	--	--
Kg CINZAS	9	0,995							13,40	0,0529	0,914	1,11	8,08
Kg CINZAS	10	12,97						60,29	-1,821		0,873	1,35	9,83

CVa - corpo vazio

%ACR - porcentagem de água no corte da 9-10-11# costelas

KgACR - quilos de água no corte da 9-10-11# costelas

%GCR - porcentagem de gordura no corte da 9-10-11# costelas

KgGCR - quilos de gordura no corte da 9-10-11# costelas

KgCCR - quilos de cinzas no corte da 9-10-11# costelas

PCQ - peso da carcaça quente em quilos

CVR - desvios da regressão em porcentagem da média

QUADRO 13. MELHORES EQUAÇÕES MÚLTIPLAS DETERMINADAS A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DO CORTE DA 10ª COSTELAS.

COMPONENTE ND_CVa	EQUAÇÃO Nº	INTERCEPTO	COEFICIENTES DE REGRESSÃO							PCQ	R ²	S _{x,y}	CVR
			ZACL	KgACL	ZGCL	KgGCL	ZPCL	KgPCL	KgCCL				
% AGUA	11	71,738			-0,4886						0,921	2,48	1,26
Kg AGUA	12	-82,822	1,7539							0,8744	0,984	5,20	2,64
Kg AGUA	13	151,33	-1,5255	127,84							0,909	12,4	6,29
% GORDURA	14	3,08			0,5949						0,926	0,91	5,64
Kg GORDURA	15	1,2767		-38,357		78,071				0,2774	0,975	3,01	6,33
Kg GORDURA	16	4,2535			0,6762	82,100					0,946	4,94	9,19
% PROTEÍNA		--									0,435	--	--
Kg PROTEÍNA	17	-25,553					1,4829			0,2907	0,971	2,42	3,90
Kg PROTEÍNA	18	55,087	-0,6639	42,893							0,910	4,27	6,89
% CINZAS		--									0,234	--	--
Kg CINZAS	19	1,5549							13,759	0,0502	0,881		8,16
Kg CINZAS	20	3,2671						25,071	32,945		0,838	1,40	9,50

CVa - corpo vazio

ZACL - porcentagem de água no corte da 10ª costela

KgACL - quilos de água na costela

ZGCL - porcentagem de gordura no corte da 10ª costela

KgGCL - quilos de gordura no corte da 10ª costela

ZPCL - porcentagem de proteína no corte da 10ª costela

KgCCL - quilos de cinzas no corte da 10ª costela

PCQ - peso da carcaça quente em quilos

R² - coeficiente de determinação

CVR - desvios da regressão em porcentagem da média

encontrada quando se empregou a composição do corte. Como já referido, a composição corporal, ajustada para um mesmo peso de carcaça, pode variar significativamente (KAY, 1971; FORTIN et alii, 1980). Logo, seria mais interessante utilizar, sempre que possível, a composição de qualquer um dos cortes para as estimativas em lugar do peso da carcaça quente, principalmente em populações de tourinhos Nelore. Apesar dos elevados coeficientes de determinação e dos baixos desvios da regressão, estatisticamente, seria recomendável que estas equações fossem testadas em grupos de diferentes padrões genéticos.

A quantidade e o teor de gordura no animal foram estimados com elevado grau de precisão em função da composição do corte da 10ª costela ou do corte da 9-10-11ª costelas. As equações 4 e 5 do quadro 12 e as equações 14 e 15 do quadro 13 apresentam elevados coeficientes de determinação e baixos desvios da regressão.

Nas equações 5 e 15 o peso da carcaça foi incluído como variável independente para a estimativa da composição corporal, valendo para estas equações a mesma ressalva: devem ser utilizadas para quantificar o efeito de tratamentos apenas quando os animais não estejam recebendo tratamentos que possam alterar significativamente a composição do ganho de peso. Como exemplo, não seria precisa a comparação, a partir das equações que incluem o peso da carcaça quente, da composição corporal de dois grupos de animais, um mantido na desmama ao abate em rações de alta energia e outro mantido em pastagem até o final da terminação.

O grau de precisão encontrado para as equações de estimativa das quantidades e teores de água e gordura pode ser demonstrado

através da plotagem das quantidades de água e de gordura observadas em função das quantidades estimadas e da plotagem dos resíduos desta equação (figuras 7 a 10).

Deve-se notar nas figuras 7 a 10, que a dispersão de resíduos parece normal, não tendo sido demonstrado padrões tendenciosos do erro para o modelo empregado, dentro da faixa de dados testada neste experimento. Nota-se que os valores absolutos dos resíduos aumentam à medida em que aumenta a quantidade de gordura no animal. Entretanto, este aumento na variância é normal na análise de variáveis que aumentam à medida em que aumenta o peso do animal (MCNEIL, 1983). Para testar a existência de "outliers" foi necessário que os resíduos fossem estandarizados. Não obstante, nenhum dado pode ser incluído como um verdadeiro "outlier" a nível de 1%, sendo que nas equações propostas os dados de todos os 31 ou 24 animais foram incluídos.

A eficiência destas equações na estimativa da quantidade de gordura no animal é muito importante, uma vez que a eficiência da estimativa da quantidade ou porcentagem de gordura nos animais, através das variáveis utilizadas no item 4.1, foi relativamente baixa. Como a variação na quantidade de gordura é o parâmetro que mais altera a concentração de energia no animal, uma estimativa imprecisa deste componente terá um grande impacto na estimativa da concentração de energia no animal, um dos mais importantes objetivos da utilização de metodologias para a estimativa da composição corporal.

Embora seja possível estimar a concentração de energia a partir das equações propostas no item 4.1, uma estimativa acurada

FIGURA 7A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 2 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE AGUA EM Kg NO CVa.

FIGURA 7B. PLOTAGEM DO RESÍDUO DA EQUAÇÃO 2 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE AGUA EM Kg NO CVa.

FIGURA 8A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 1 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DE AGUA NO CVa.

FIGURA 8B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 1 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DE AGUA NO CVa.

FIGURA 9A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 5 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE GORDURA EM Kg NO CVa.

FIGURA 9B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 5 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE AGUA EM Kg NO CVa.

FIGURA 10A. PLOTAGEM DA EQUAÇÃO 4 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DE GORDURA NO CVa.

FIGURA 10B. PLOTAGEM DO RESIDUO DA EQUAÇÃO 4 DO QUADRO 12 PARA ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DE GORDURA NO CVa.

requer a correta estimativa da quantidade de gordura através da composição do corte. Esses dados parecem justificar o trabalho, tempo e recursos envolvidos na determinação da composição química de cortes das costelas.

Os valores dos coeficientes de determinação e dos desvios da regressão demonstram que a estimativa da quantidade de proteína e cinzas no corpo vazio através da composição de qualquer um dos cortes, através de regressões múltiplas alcançou precisão superior à das equações de ALHASSAN et alii (1975).

Vários pesquisadores apontaram a menor precisão da estimativa da quantidade de cinzas através da composição de cortes da costela. LUSH (1926) já afirmava que a quantidade de cinzas deveria ser estimada indiretamente através das relações dos componentes na matéria desengordurada.

Uma avaliação dos coeficientes de determinação e dos desvios das regressões deste trabalho indicam que as estimativas, através de equações múltiplas, da quantidade e percentagem de gordura nos animais, bem como da quantidade de água, proteína e cinzas apresentaram precisão superior a maioria dos resultados publicados no Estados Unidos e Canadá, onde foram empregados animais de raças de origem britânica (~~HANKINS e HOWE, 1946;~~ CROUSE e DIKEMANN, 1974; ALHASSAN et alii 1975) (quadro 14).

Entretanto GEAY e BERANGER (1969) e ROBELIN e GEAY (1976), trabalhando com tourinhos Charoleses, obtiveram regressões cujos coeficientes de determinação e desvios foram muito semelhantes aos encontrados neste trabalho, talvez por ser a composição corporal destes animais semelhante a da população deste estudo e

QUADRO 14. RELAÇÕES ENTRE A COMPOSIÇÃO (QUÍMICA OU FÍSICA) DE CORTES DAS COSTELAS E A COMPOSIÇÃO DA CARCAÇA ENCONTRADAS POR DIFERENTES AUTORES.

AUTORES	ANIMAIS ESTUDADOS	IDADE EM MESES	PESO AO ABATE EM KG	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO Y= COMPONENTE EM % DA CARCAÇA		
					Y	R ²	Sx,y
HOPPER (1946)	56 NOVILHOS cruzados	13 A 15	213 A 600	CORTE DA 9-10-11' composição química	A	.984	1.45
					G	.940	1.78
					P	.941	1.12
HANKINS & HOWE, 1946	36 NOVILHAS 84 NOVILHOS angus, hereford shorthorn	10 A 21	240 A 310 275 A 500	CORTE DA 9-10-11' composição química	A	.930	--
					G	.850	--
					P	.830	--
CROWN & DAMON 1960 ^a	24 AFRIKANDER	--	peso da carcaça = 192 Kg	CORTE DA 12' COSTELA composição física	A	.962	--
					G	.818	--
					P	.750	--
				CORTE DA 9-10-11' COSTELAS composição física	A	.976	--
					G	.943	--
					P	.733	--
LEDGER & HUTCHISON 1961	32 NOVILHOS 8 NOVILHAS	42 A 54 54 A 72	487	CORTE DA 10' COSTELA composição física	A	.963	1.60
					G	.872	2.07
					P	.827	1.08
MARTIN & TORRELE 1962	15 TOURINHOS 1 NOVILHO 1 NOVILHA		436 A 495 481 495	CORTE DA 7-8-9' COSTELAS composição física	A	.974	--
					G	.976	--
					P	.818	--
ROBELIN et alii 1975	80 TOURINHOS	M=14,2		CORTE DA 11# COSTELA composição física	A	.729	0,94
					G	.953	1,02
					P	.435	0,68
GEAY & BERANGER 1969	5 NOVILHOS 42 TOURINHOS	10 A 20 M=10,	278 A 693	CORTE DA 11# COSTELA composição física	A	.942	2,04
					G	.948	1,52
					P	--	--
RESULTADOS DESTA TRABALHO	31 TOURINHOS	10 A 30	181 A 486	CORTE DA 9-10-11# COSTELAS composição química	A	.924	0,69
					G	.929	0,80
					P	.391	0,55
	24 TOURINHOS	13 A 30	255 A 486	CORTE DA 10# COSTELA composição química	A	.916	0,80
					G	.926	0,91
					P	.375	0,56

a - Dados de CROWN & DAMON (1960) e de MARTIN & TORRELE (1962) citados por ROBELIN et alii (1975)

diferente da de animais de raças britânicas.

Na figura 11 estão apresentadas as taxas de aumento da porcentagem de gordura nos cortes e no corpo vazio em função do aumento no peso da carcaça. As inclinações das retas das equações entre as porcentagens de gordura nos cortes e o peso da carcaça quente em relação a encontrada por BOIN¹ para a variação da % de gordura no corpo vazio, indicam que a composição do corte varia mais rapidamente que a composição do corpo vazio a medida em que o animal ganha peso. Esse fato parece contribuir para que a composição do corte seja um bom estimador da composição corporal. Entretanto, é interessante especular que a partir de um certo peso vazio a taxa de deposição de gordura no corte deve diminuir mais rapidamente que no animal. Portanto é importante que a metodologia proposta seja utilizada dentro da faixa de dados testada.

É difícil avaliar qual dos cortes da costela testados neste trabalho é o mais eficiente para a estimativa da composição corporal, uma vez que os resultados são muito semelhantes. Com relação a estimativa da quantidade de gordura no animal, observou-se que as regressões que se utilizam da composição do corte da 10ª costela foram ligeiramente mais precisas do que as regressões que utilizaram, como variáveis independentes, dados da composição da 9-10-11ª costelas. Os coeficientes de determinação foram um pouco superiores e os valores da estatística Cp foram um pouco inferiores. Estas observações são válidas na comparação das equações para a população de 24 animais em que foi obtido o corte da 10ª costela.

As vantagens da utilização do corte da 10ª costela estão na

FIGURA 11. VARIACAO NA PORCENTAGEM DE GORDURA NOS CORTES DAS
 1
 COSTELAS E NO CORPO VAZIO (BOIN).

facilidade de sua retirada e no fato de que a retração dos músculos que recobrem a carcaça não altera a sua composição. Esta metodologia permite que a amostra seja facilmente reproduzida em condições de abatedouro comercial, onde a carcaça é separada entre a 5ª e 6ª costelas. Há também uma menor depreciação da carcaça, uma vez que o corte da 9-10-11ª costelas representa o dobro do peso do corte da 10ª costela e é constituído de uma maior proporção de carne comercial de maior valor.

Seria interessante especular se a utilização de compostos anabólicos, atualmente em uso ou em desenvolvimento, poderia alterar a partição de nutrientes entre os diversos tecidos do animal. Alguns dados da literatura demonstram que animais de diferentes sexos (HANKINS e HOWE, 1946) e de diferentes raças (ALHASSAN et alii, 1975) apresentam diferenças entre a deposição de gordura no corte da 9-10-11ª costelas e deposição de gordura no corpo vazio. Portanto existe uma deposição de gordura diferenciada entre os órgãos e/ou músculos do animal, provavelmente em função de padrões hormonais. Teóricamente, estas variações fariam com que os coeficientes de regressão das equações se alterassem. Neste caso a utilização da composição do corte das costelas para a estimativa da composição corporal poderia levar a obtenção de dados tendenciosos.

Dados publicados por BYERS e SHELLING (1986) demonstram que a utilização de implantes com atividade estrogênica resultou em menor deposição de gordura nos animais tratados em relação ao controle. Entretanto, uma maior inibição na taxa de deposição de gordura nos órgãos internos em relação a carcaça foi observada.

Portanto, a utilização da composição do corte das costelas ou mesmo de toda a carcaça para estimar a composição corporal poderia levar a resultados incorretos. OWENS et alii (1986) citando trabalho de Rust et alii (1983) afirmam que animais consumindo dietas em que grande quantidade do amido chegava ao intestino, apresentavam taxas mais elevadas de deposição de gordura na cavidade abdominal.

Para a população deste estudo a relação entre a composição da carcaça e a composição do resto dos tecidos corporais apresentou um componente quadrático, demonstrando que a pesos elevados o aumento da quantidade de gordura é maior para os órgãos internos que para a carcaça (BOIN¹). É importante lembrar que a gordura renal e pélvica foi retirada da carcaça e incluída nos tecidos extra-carcaça. O coeficiente de determinação encontrado foi relativamente baixo (0,91 para o teor de água), quando comparado ao encontrado por GARRET (1968) de 0,981. ROBELIN (1975), sugeriu que a composição do corte da 11ª costela representa a composição da carcaça e que o tecido adiposo separável dos órgãos internos poderia ser utilizado para auxiliar na determinação da composição do corpo vazio. Ou seja, parâmetros que representam o teor de gordura nos órgãos internos, como a gordura renal e pélvica, devem ser utilizados para a estimativa da composição dos tecidos extra-carcaça.

ROBELIN e GEAY (1976) incluíram a gordura renal e pélvica em equações múltiplas juntamente com a composição do corte da 11ª costelas para a estimativa da composição do peso vazio de tourinhos Charoleses. Estes autores incluíram também o peso do fêmur para incrementar a precisão das estimativas da quantidade

de cinzas no corpo vazio.

A quantidade de gordura renal e pélvica foi determinada apenas nos últimos 12 animais abatidos. Regressões entre a quantidade e porcentagem de gordura nos tecidos extra-carcaça (cabeça, patas, vísceras, couro e sangue) e a gordura renal e pélvica produziram equações lineares com coeficiente de determinação de 0,72 e 0,89 para a estimativa em porcentagem e em quilos respectivamente (BOIN¹).

Esses resultados demonstram que é interessante estimar a composição dos tecidos extra-carcaça a partir de certas variáveis explicativas melhor correlacionadas à composição dos órgãos internos como proposto por ROBELIN e GEAY (1976).

No quadro 15 estão as equações simples para estimativa dos componentes corporais através da composição do corte da 10ª costela. Para estas equações foram calculadas quantas unidades experimentais seriam necessárias para estimar diferenças na composição corporal de 5 ou 10% (em relação às médias do quadro 4 e 5) entre dois grupos de animais. Essa parece ser a forma mais objetiva de se avaliar o potencial das equações desenvolvidas, além de orientar a sua utilização.

4

A equação proposta para o cálculo do número de unidades experimentais (pág. 57), pode ser empregada apenas para equações lineares simples.

QUADRO 15. NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTAIS NECESSÁRIAS PARA EVIDENCIAR, DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ($P=0,05$) ENTRE DOIS GRUPOS DE ANIMAIS EMPREGANDO EQUAÇÕES ONDE A VARIÁVEL EXPLICATIVA É A COMPOSIÇÃO DA 10ª COSTELA.

COMPONENTE _NO_CVa	EQUAÇÃO	R ²	S _{x,y}	V _x	UNIDADES EXPERIMENTAIS P/ EVIDENCIAR DIFERENÇAS DE:	
					10%	5%
% ÁGUA	= 24,9 + 0,658 %ACL	0,92	0,80	3,91	41	2
Kg ÁGUA	= 55,0 + 0,140 g ACL	0,89	13,1	270	4	15
% GORDURA	= 3,21 + 0,595 %GCL	0,93	0,91	5,27	9	34
Kg GORDURA	= 12,2 + 0,097 g GCL	0,94	5,11	196	8	32
Kg PROTEÍNA	= 13,3 + 0,146 g PCL	0,89	4,50	90	5	19
Kg CINZAS	= 3,86 + 0,106 g CCL	0,77	1,62	28	11	45

V_x - variância da variável independente.

S_{x,y} - desvio padrão da estimativa.

CVa - corpo vazio.

CL - corte da 10ª costela.

A, água; G, gordura; P, proteína; C, cinzas.

g - gramas do componente químico na seção da 10ª costela.

CONCLUSOES

As estimativas das quantidades ou teores de gordura e de água na carcaça e no corpo vazio apresentaram elevados coeficientes de determinação e baixos quadrados médios dos desvios. As equações para estimativa da quantidade de proteína na carcaça e no corpo vazio apresentaram altos coeficientes de determinação e baixos desvios da estimativa. Logo, a composição de cortes da costela pode ser usada para estimar, com grande precisão, a concentração de energia no animal.

A precisão encontrada para a estimativa da quantidade de cinzas no corpo vazio foi um pouco inferior a obtida para as quantidades de água, gordura e proteína, embora o R^2 de 0,92 seja relativamente elevado.

Os resultados destas regressões parecem indicar que a utilização da composição de cortes das costelas para estimativa da composição corporal representa uma técnica bastante adequada, embora apresente as desvantagens de requerer o abate do animal e de ser relativamente trabalhosa.

4.3. EFEITO DOS TRATAMENTOS SOBRE AS EQUACOES DE ESTIMATIVA

4.3.1. EFEITO DO NIVEL DE INGESTAO DE ENERGIA

No quadro 16 estão as equações lineares para estimativa da composição do corpo vazio em função da composição dos cortes da 9-10-11# e da 10# costela. Neste quadro também foram incluídas as regressões alométricas do crescimento dos cortes em função do crescimento da carcaça quente.

Através de um teste t testou-se o paralelismo das retas. Os valores de t para a comparação dos coeficientes lineares e os valores dos desvios dos coeficientes lineares estão no quadro 16. O modelo empregado para a comparação dos coeficientes incluía no erro todos os efeitos não explicados pela variável independente.

Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os coeficientes lineares das regressões de estimativa da composição corporal em porcentagem ou em quantidade dos componentes, muito embora as diferenças encontradas entre os valores dos coeficientes pareçam significativos do ponto de vista biológico. Os coeficientes de regressão das equações de estimativa da porcentagem de água no corpo vazio em função da porcentagem de água no corte da 9-10-11# costelas apresentaram uma tendência em se mostrarem diferentes ($P > 0,18$). O pequeno número de animais empregado para as comparações (12 animais para

QUADRO 16. EFEITO DO TRATAMENTO NUTRICIONAL SOBRE AS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO.

COMPONENTE NO CVA	a				d	PROBABILIDADE DE DIFERENÇA
	TRATAMENTO		NUTRICIONAL		VALOR DE "t"	
	a	b	a	b		
" AD LIBITUM "	erro padrão		RESTRITO	erro padrão		
% AGUA	Y = 21,9 + 0,6958 XACR	0,0769	Y = 29,6 + 0,5675 XACR	0,0557	1,35	P>0,18
% GORDURA	Y = 2,29 + 0,6684 XGCR	0,0781	Y = 3,88 + 0,5824 XGCR	0,0700	0,82	NS
Kg AGUA	Y = 70,3 + 67,651 KACR	11,635	Y = 39,2 + 77,75 KACR	8,7139	0,69	NS
Kg GORDURA	Y = 15,4 + 52,669 KGCR	6,0982	Y = 8,80 + 57,21 KGCR	6,2140	0,52	NS
PESO CORTE DA 9-10-11# (Kg)	1,1373 Y = 0,0080 PCQ^	c 0,1767	1,1576 Y = 0,00735 PCQ^	c 0,0888	0,10	NS
% AGUA	Y = 23,4 + 0,6871 XACL	0,0724	Y = 28,0 + 0,6055 XACL	0,0706	0,81	NS
% GORDURA	Y = 2,84 + 0,6110 XGCL	0,0699	Y = 3,69 + 0,5676 XGCL	0,0540	0,49	NS
Kg AGUA	Y = 64,2 + 132,73 KACL	20,349	Y = 46,9 + 145,45 KACL	14,930	0,50	NS
Kg GORDURA	Y = 13,9 + 94,75 KGCL	10,211	Y = 10,5 + 103,05 KGCL	9,7470	0,59	NS
PESO CORTE DA 10# (Kg)	1,1074 Y = 0,005129 PCQ^	c 0,1281	1,2119 Y = 0,002775 PCQ^	c 0,1191	0,60	NS

a - o tratamento nutricional, o grau de restrição e o período de alimentação estão descritos em: BOIN (1988).

b - erro padrão do coeficiente linear da equação de estimativa.

c - erro padrão do expoente "b" da equação.

d - valor do teste t, comparado a 20 g.l.

CR = corte da 9-10-11# costelas.

CL = corte da 10# costela.

XACR = quilos de água no corte da 9-10-11# costelas.

XGCR = quilos de gordura no corte da 9-10-11# costelas.

PCQ = peso da carcaça quente em quilos.

cada tratamento) aliado a diferenças na idade, no peso vivo médio e nos tratamentos nutricionais recebidos antes do início do período de alimentação impedem que se retirem conclusões a partir destes dados.

ANDERSEN et alii (1975) observaram que o longissimus dorsi e o latissimus dorsi formavam uma maior porcentagem da carcaça quando os animais eram submetidos a um nível de alimentação mais alto, ou seja, a taxa de crescimento em relação ao peso da carcaça era maior. Esses dois músculos fazem parte dos cortes das costelas analisados neste estudo. Os dados obtidos neste experimento, seja para o corte da 9-10-11# seja para o corte da 10# costela não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre as taxas de crescimento do corte em função dos tratamentos. Os valores médios para a taxa de crescimento dos cortes em função do peso da carcaça quente segundo o modelo multiplicativo foram de 1,1180 e 1,2287 para os cortes da 9-10-11# e da 10# costela respectivamente. Houve uma tendência, para os dois cortes estudados, de que estes representassem uma menor proporção da carcaça nos animais em alto nível de ingestão de energia.

Parece pouco provável que tratamentos nutricionais possam alterar a taxa de crescimento do corte ou dos seus componentes significativamente. Entretanto, a tendência dos coeficientes lineares para a estimativa da porcentagem de água em serem diferentes, justifica estudos que procurem testar a validade de se empregar esta metodologia em animais que receberam diferentes tratamentos. Esta proposição talvez seja mais importante quando os animais estiverem recebendo tratamentos hormonais.

4.3.2. EFEITO DA IDADE SOBRE AS EQUAÇÕES DE ESTIMATIVA

As regressões obtidas para os animais do grupo I e do grupo II -respectivamente animais nascidos em 1986 e 1985 - não poderiam ser comparadas uma vez que o intervalo de peso em que estas foram obtidas é muito diverso.

A figura 12 apresenta a equação entre a quantidade de gordura no CVA e no corte da 9-10-11ª costelas. Os pontos escuros são os dados dos três animais do grupo III, animais adultos cuja a idade média era o dobro da idade média dos animais dos grupos I e II e cujo peso vivo médio ao abate era de 511,3 Kg, contra 333,8 dos outros 31 animais. Estes animais estavam em balanço energético negativo a aproximadamente 90 dias tendo perdido ao redor de 50 quilos de peso vazio.

O pequeno desvio dos dados demonstra que o corte é um bom parâmetro para a estimativa da composição corporal. Os animais receberam tratamentos extremamente diferentes do recebido pelos animais utilizados para determinação da regressão. Estes resultados concordam com os de LUSH (1926), os quais demonstravam que a estimativa da composição corporal de vacas adultas, através da composição do corte da 9-10-11ª, segundo uma equação desenvolvida para novilhos Hereford não apresentava grandes desvios da linha base.

FIGURA 12. RELACAO ENTRE AS PORCENTAGENS DE GORDURA NO CORTE DA 9-10-11# COSTELAS E NO CORPO VAZIO.

4.3.3. EFEITO DA RAÇA DO ANIMAL

O trabalho desta tese foi conduzido para desenvolver equações para tourinhos Nelore, e não para comparar equações entre raças. Entretanto, apesar de eventuais diferenças na metodologia empregada, comparações entre as equações obtidas e equações de outros autores parecem válidas, pois as diferenças encontradas devem ser, na sua maior parte, função de características genéticas das populações (quadro 17).

QUADRO 17. EQUACOES PARA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE GORDURA NO CVa (Y) EM ANIMAIS DE TRES DIFERENTES RAÇAS.

RACA	EQUAÇÃO	R ²	CVR
ANGUS	^c $Y = -3,99 + 95,40 \text{ KGCR}^d$	0,82	16,06
	$Y = -49,30 + 31,30 \text{ KGCR} + 0,50 \text{ PCQ}$	0,94	9,40
HEREFORD	$Y = 15,34 + 62,17 \text{ KGCR}$	0,95	10,77
	$Y = -11,49 + 44,08 \text{ KGCR} + 0,22 \text{ PCQ}$	0,96	10,07
NELORE	$Y = 8,77 + 58,23 \text{ KGCR}$	0,945	10,84
	$Y = -1,73 + 42,63 \text{ KGCR} + 0,108 \text{ PCQ}$	0,953	10,24

a - as equações para as raças Hereford e Angus são de ALHASSAN et alii (1975).

b - CVR, desvio padrão da estimativa em porcentagem da média.

c - Y, quilos de gordura no animal.

d - KGCR, quilos de gordura no corte da 9-10-11# costelas.

Analisando o quadro 17 fica bastante claro que há uma considerável diferença no coeficiente linear para as diferentes raças, assim como diferenças no termo constante das equações. Dois fatores parecem responder por estas diferenças: 1) as taxas de deposição de gordura no corte e no corpo vazio; e 2) a taxa de deposição do corte em relação ao peso vazio, ou seja, a proporção do corpo vazio representada pelo corte da 9-10-11# ou da 10# costela.

Utilizando os valores do intervalo de confiança da equação fornecido pelo pacote estatístico SISREG é possível rejeitar a hipótese de que o coeficiente linear de regressão para a raça Angus (95,4) e para a raça Hereford (62,13) sejam semelhantes aos deste trabalho (58,23) com $P < 0,01$ e $P < 0,07$ respectivamente.

Além das comparações com as equações de ALHASSAN et alii (1975) é difícil fazer outras comparações já que a maioria dos autores trabalharam apenas com a porção comestível do corte da 9-10-11#, assim como nenhum autor apresentou a taxa de crescimento do corte em função do peso da carcaça quente ou o desvio padrão dos coeficientes lineares das estimativas.

A diferença detectada entre as equações (quadro 17) pode ser ilustrada plotando-se as equações desenvolvidas para animais Angus e Hereford (ALHASSAN et alii, 1975) em função dos dados deste experimento (figuras 13 e 14). Através destas figuras, é possível notar que grandes erros na estimativa da composição ocorreriam se fossem utilizadas as equações determinadas por ALHASSAN et alii (1975) para animais da raça Angus ou Hereford, na estimativa da composição corporal de tourinhos Nelore de padrão genético semelhante ao da população deste trabalho.

CONCLUSOES

O nível de ingestão de energia apresentou uma tendência em alterar a equação de estimativa da porcentagem de água, talvez porque exista uma maior deposição de gordura nos tecidos extra-carcaca ou em outros tecidos da carcaca, ou porque o corte represente uma proporção diferente da carcaca. Novos estudos devem estar atentos a esses fatos.

O pequeno desvio das estimativas encontrado para os animais mais erados parece sugerir que as equações possam ser empregadas de forma bastante ampla. Sugere-se, entretanto, que esta proposição seja testada experimentalmente.

Os resultados obtidos confirmam a tese de que as equações para animais de diferentes raças são diferentes, como demonstram dados da literatura. Entretanto, nenhum trabalho comparou equações para machos inteiros e castrados de mesma raça. Como a literatura demonstra que equações entre novilhos e novilhas são diferentes, as equações obtidas devem ser empregadas somente em tourinhos Nelore até que sejam testadas em outras populações.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL The nutrient requirements of ruminant livestock. United Kingdom, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1979.
- ALHASSAN, W. S. ; BUCHANAN-SMITH, J. G. ; USBORNE, W. R.; ASHTON, G. C. ; SMITH, G. C. Predicting empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. Can. Journal of Animal Science 55:369-376, 1975.
- ANDERSEN, R. H. The influence of slaughter weight and level of feeding on growth rate, feed conversion and carcass composition of bulls. Livestock Production Science 2:341-355, 1975.
- ANRIQUE, R. Body composition and efficiency of cattle as related to body type, size and sex. 1976. 211 pag. Tese de PhD. Universidade de Cornell, 1976.
- ARNOLD, N. A. ; HENTGES, E. J. ; TRENKLE, A. Evaluation of the use of deuterium oxide dilution techniques for determination of body composition of beef steers. Journal of Animal Science 60:5, 1985.
- BAILEY, C. M. ; JENSEN, J. ; ANDERSEN, B. Ultrasonic Scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. Journal of Animal Science 63:1337-1346, 1986.

- BARTLE, S. J. & PRESTON, R. L. Plasma, rumen and urine pools in urea dilution determination of body composition in cattle. Journal Animal Science 63:77-82, 1986.
- BENSADOUN, A. ; REID, J. T. ; VAN VLECK, L. D. ; PALADINES, O. L. ; VAN NIEKERK B. D. H. Comparison of indirect methods with direct methods of determining body composition in ruminants. Em: Body composition in animals and man. Natl. Acad. of Sciences Publication 1598, pag. 452-467, 1968.
- BRODY, S. Bioenergetics and growth. 1964. Hafner publ. Co., Inc., New York.
- BYERS, F. M. Measurement of protein and fat accretion in growing beef cattle trough isotope dilution procedures. Ohio Beef Cattle Res. Prog. Rep. pag. 36-47, 1979.
- BYERS, F. M. & SHELLING G. T. Integrated growth management for production of beef lean. Syntex Symposium, Scottsdale Arizona, October 3, 1986.
- COLE, J. W. ; RAMSEY, C. B. ; EPLEY, R. H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcass. Journal of Animal Science 21:355, 1962.
- CROUSE, J. D. & DIKEMAN M. E. Methods of estimating beef carcass chemical composition. Journal of Animal Science 38:6, 1974.
- CROUSE, J. D. & DIKEMAN M. E. Determinates of retail product of carcass beef. Journal of Animal Science, 42:3, 1976.
- DREW, K. R. Some effects of weight loss and compensatory growth on the whole body and carcass composition in sheep. 1971. 151 pag. Tese de PhD, Universidade de Cornell, Ithaca, New York.

- FERREL, C. L. & JENKINS, T. J. Relationships among various body components of mature cows. *Journal of Animal Science*, 58:1, 1984.
- FORTIN, A. ; SIMPFENDORFER, S. ; REID, J. T. ; AYALA, H. J. ; ANRIQUE, R. ; KERTZ, A. F. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. *Journal of Animal Science*, 51:3, 1980.
- FOX, D. G. & BLACK, J. R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. *Journal of Animal Science*, 1984.
- GARRET, W. N. ; MEYER, J. H. ; LOFGREEN, G. P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. *Journal of Animal Science*, 18:528, 1959.
- GARRET, W. N. Experiences in the use of body density as an estimator of body composition of animals. Em: *Body Composition in Animals and Man*. Natl. Acad. of Sci. publication 1598, 1968.
- GARRET, W. N. & HINMAN, N. Re-evaluation of the relationships between carcass density and body composition of beef steers. *Journal of Animal Science* 28:1, 1969.
- GARRET, W. N. ; HINMAN, N. ; BROKKEN, R. F. ; DELFIND, J. D. Body composition and the energy content of the gain of Charolais steers. *Journal of Animal Science* 47: suppl. 1, 1978.
- GEAY, Y. & BERANGER, C. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monocostal au niveau de la 11^e cote. *Ann. Zootech.* 18:1, 1969.

- GIL, E. A. ; JOHNSON, R. R. ; CAHILL, V. R. ; KLOSTERMAN, E. W. An evaluation of carcass specific volume, Dye dilution and empty body parameters as predictors of beef carcass fatness over a wide range of fatness. Journal of Animal Science, 31:459, 1970.
- GRESHAM, J. D. ; HOLLOWAY, J. W. ; BUTTS, W. T. ; MCCURLEY, J. R. Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. Journal of Animal Science, 63:1041-1048, 1986.
- HAMMOND, A. C. ; RUMMSEY, T. S. ; HAALAND, G. L. Estimation of empty body water in steers by urea dilution. Growth 48:29, 1984.
- HANKINS, D. G. & HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcass cuts. USDA, Technical Bulletin N# 926, 1946.
- HEDRICK, H. B. Methods of estimating live animal and carcass composition. Journal of Animal Science, 57:5, 1983.
- HOPPER, T. H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. Journal of Agricultural Research 68:6, 1944.
- JONES, S. D. M. ; PRICE, M. A. ; BERG, R. T. Review of carcass density, its measurement and relationship with bovine carcass fatness. Journal of Animal Science, 46:5, 1978.
- KAY, M. ; MASSIE, R. ; MACDEARMID, A. Intensive beef production. 12. Replacement of concentrates with chopped dried grass. Animal Production, 13:101-106, 1971.

- KELLY, R. F. ; FONTENOT, J. P. ; GRAHAM, P. P. ; WILKINSON W. S. ; KINCAID, C. M. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. *Journal of Animal Science*, 27:3, 1968.
- KEMPSTER, T. ; CUTHBERTSON, A. ; HARRINGTON, G. Carcass Evaluation in Livestock Breeding, Production and Marketing. Westview Press. Boulder, Colorado. 1982.
- KENNEDY, P. M. ; MILLIGAN, L. P. Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. *Br. J. Nutrition*, 40:149-154, 1978.
- KOCK, S. W. ; PRESTON, R. L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *Journal of Animal Science* 48:2, 1979.
- LEDGER, H. P. ; HUTCHISON H. G. The value of the tenth rib as a sample joint for the estimation of lean, fat, and bone in carcasses of East African zebu cattle. *Journal of Agricultural Science* 58:81-88, 1962.
- LEDGER, H. P. ; GILLIVER, B. ; ROBB, J. M. An examination of sample joint dissection and specific gravity techniques for assessing the carcass composition of steers slaughtered in commercial abattoirs. *J. Agr. Sci. Camb.* 80:381, 1973.
- LOFGREEN, G. P. ; GARRET, W. N. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9-10-11# rib cut of Hereford steers. *Journal of Animal Science*, 13:469-500, 1954.
- LOFGREEN, G. P. ; HULL, J. L. ; OTAGAKI, K. K. Estimation of empty body weight of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 21:1, 1962.

- LOFGREEN, G. P. A comparative slaughter technique for determining net energy values with beef cattle. Terceiro simpósio sobre metabolismo energético. K. Blaxter (ed.). Academic Press, Inc., London.
- LUCHIARI FILHO, A. Characterization and Prediction of Carcass Cutability Traits of Zebu Crossbred *types of Cattle Produced in Southeast Brazil. Tese de PhD. 86 pag. Kansas State University, Manhattan, Kansas. 1986.
- LUSH, J. L. Practical methods of estimating the proportions of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. Journal of Agricultural Research, 32:727-755, 1926.
- MALLOWS, C. L. Some comments on Cp. Technometrics 15:661, 1973.
- MATTIOLI, L. R. ; SCAFFI, J. M. Manual de instruções do SISREG, Sistema de análise de regressões (no prelo).
- MAYNARD, L. A. ; LOOSLI, J. K. Animal Nutrition. 1972 Sexta edição. 613 pag. McGraw-Hill Publ., New York.
- MAC CARTHY, F. D. ; HAWKINS, D. R. ; BERGEN, W. G. Comparisons of deuterium oxide, specific gravity and 9-10-11# rib separation techniques for estimating body composition of beef cattle. 1983. Michigan Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 444. pg. 42-50.
- MC NEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. Journal of Animal Science, 57:5, 1983.
- MILES, C. A. ; FURSEY, G. A. J. ; YORK, W. R. New equipment for measurement of the speed of ultrassound and its application on the estimation of body composition of livestock. 1984. Pag. 95-105. Em In Vivo Measurement of Body Composition in Meat

- Animals. Essex, England. LISTER, D. (ed.) Elsevier, Amsterdam.
- NRC, Nutrient requirements of beef cattle. Sexta edicao, 1984.
- Natl. Acad. of Sciences. Natl. Academic Press, Washington, D.C.
- OBARA, Y. & SHIMBAYASHI, K. The appearance of re-cycled urea in the digestive tract of goats during the final third of a once daily feeding of a low-protein ration. Br. J. Nutr. 44:295, 1980.
- OLD, C. A. & GARRET W. N. Effects of energy intake on energetic efficiency and body composition of beef steers differing in size at maturity. Journal of Animal Science, 65:1371-1380, 1987.
- OWENS, F. N. ; ZINN, R. A. ; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. Journal of Animal Science, 63:1634-1648, 1986.
- PANARETTO, B. A. & TILL, A. R. Body composition in vivo II. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water and N-acetyl-4aminoantipyrine spaces. Australian Journal agricultural Research 14:926, 1963.
- PEARSON, A. M. ; PURCHAS, R. W. ; REINEKE, E. P. Theory and potential usefulness of body density as a predictor of body composition. Em Body Composition in Animals and Man. Natl. Acad. of Scien. Publication 1598, 1968.
- POWELL, W. E. & HUFFMAN, D. L. An evaluation of quantitative estimates of beef carcass composition. Journal of Animal Science, 33:1554-1558, 1968.

- POWELL, W. E. & HUFFMAN, D. L. Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. *Journal of Animal Science*, 36:6, 1973.
- PRESTON, R. L. ; VANCE, R. D. ; CAHILL, V. R. ; KOCK, S. W. Carcass specific gravity and carcass composition in cattle and the effect of bone proportionality on this relationship. *Journal of Animal Science*, 38:1, 1974.
- PRESTON, R. L. & KOCK, S. W. In vivo prediction of body composition in cattle from urea space measurements. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 143:1057, 1973.
- REID, J. T. ; WELLINGTON, G. H. ; DUNN, H. O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. *Journal Dairy Science*, 38:1344, 1955.
- REID, J. T. ; BENSADOUN, A. ; BULL, L. S. ; BURTON, J. H. ; GLEESON, P. A. ; HAN, I. K. ; JOO, Y. D. ; JOHNSON, D. E. ; McMANUS, W. R. ; PALADINES, D. L. ; STROUD, J. W. ; TYRELL, H. F. ; VAN NIEKERK, B. D. H. ; WELLINGTON, G. W. Some peculiarities in the body composition of animals. *Em Body Composition in Animals and Man. Natl. Acad. of Sciences, Publication 1598*, 1968.
- ROBELIN, J. Estimation in vivo de la composition corporelle des agneaux a partir de l'espace de diffusion de l'eau lourde. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17:93-105, 1977.
- ROBELIN, J. Prediction of body composition by dilution techniques. 1984. *Em In Vivo Measurement of Body Composition in Meat Animals. Pag. 106-112. Essex, England. LISTER, D. (ed.) Elsevier, Amsterdam.*

- ROBELIN, J. ; GEAY, Y. ; BERANGER, C. Estimation de la composition chimique des carcasses de jeunes bovins males a partir de la proportion de depots adipeux d'un morceau monocostal preleve au niveau de la 11^e cote. Ann. Zootech. 24:2, 1975.
- ROBELIN, J. & GEAY, Y. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monocostal preleve au niveau de la 11^e cote. Ann. Zootech. 24:3, 1975.
- ROBELIN, J. & GEAY, Y. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monocostal preleve au niveau de la 11^e cote. Ann. Zootech. 25:2, 1976.
- 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 58:3, 1984.
- RULE, D. C. ; ARNOLD, R. N. ; HENTGES E. J. ; BEITZ, D. C. Evaluation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers in vivo: validation of published equations and comparison with chemical composition. Journal of Animal Science 63:1935-1948, 1986.
- SCHAKE, L. M. ; RIGGS, J. K. Body composition of mature beef cows. Journal of animal Science, 37:5, 1973.
- SHIELDS, R. G. ; MANHAN, D. C. ; BYERS, F. M. Efficacy of deuterium oxide to estimate body composition of growing swine. Journal of Animal Science, 57:1, 1983.

- SHIPLEY, R. A. & CLARK, R. E. Tracer Methods for in vivo Kinetics. Academic Press, New York.
- SIMPFENDORFER, S. Relationship of body type and size, sex and energy intake to the body composition of cattle. 1974. 193 pag. Tese de PhD. University of Cornell, Ithaca, New York.
- STATGRAPHICS, Statistical Graphics System User Manual. 1985. STSC Inc., Rockville, MD.
- TEIXEIRA, J. C. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. 1984. 94 pág. Tese Doutorado. Viçosa, Minas Gerais.
- TRENKLE, A. Use of urea and deuterium oxide to measure body composition. Journal of Animal Science 63: suppl. 2, 1986.
- VANCE, R. D. ; OCKERMAN, H. W. ; CAHILL, V. R. ; PLIMPTON, R. F. Chemical composition as related to selected measurements used in beef carcass evaluation. Journal of Animal Science 33:4, 1971.
- WALDMAN, R. C. ; TYLER, W. J. ; BRUNGARDT, V. H. Estimation of body composition in young calves. Journal of Animal Science 29:2, 1969.
- WASSENBERG, R. L. ; ALLEN, D. M. ; KEMP, K. E. Video image analysis prediction of total kilograms and percent primal lean and fat yield of beef carcasses. Journal of Animal Science 62:1609-1616, 1986.

APENDICE

1. TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVA DOS CORTES EM FUNCAO DO PESO VAZIO (PV_a) E DO PESO DA CARCACA QUENTE (PCQ).

1.1. TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVA DO CORTE DA 9-10-11# COSTELA.

$$\begin{aligned} \text{PESO DO CORTE Kg} &= 0,00894 \times PCQ^{1,1180} & R^2 &= 0,90 \\ &\text{DESVIDO} \\ &\text{PADRAO DO COEFICIENTE} &= 0,0919 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PESO DO CORTE Kg} &= 0,00403 \times PV_a^{1,1711} & R^2 &= 0,88 \\ &\text{DESVIDO} \\ &\text{PADRAO DO COEFICIENTE} &= 0,1007 \end{aligned}$$

1.2. TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVA DO CORTE DA 10# COSTELA.

$$\begin{aligned} \text{PESO DA COSTELA Kg} &= 0,00259 \times PCQ^{1,2288} & R^2 &= 0,93 \\ &\text{DESVIDO} \\ &\text{PADRAO DO COEFICIENTE} &= 0,0737 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PESO DA COSTELA Kg} &= 0,00102 \times PV_a^{1,2972} & R^2 &= 0,92 \\ &\text{DESVIDO} \\ &\text{PADRAO DO COEFICIENTE} &= 0,0906 \end{aligned}$$

2. ACUMULO DOS COMPONENTES DOS CORTES DAS COSTELAS EM FUNÇÃO DO PESO DA CARCAÇA QUENTE E DO PESO DO CORTE.

2.1. CORTE DA 9-10-11# COSTELAS.

EQUAÇÕES:	R ²
<hr/>	
$\text{Kg AGUA NA 9-10-11\#} = 0,002283 \times \text{PCQ}^{0,8361}$	0,862
$\text{Kg GORDURA NA 9-11-11\#} = 0,0000152 \times \text{PCQ}^{2,0122}$	0,905
$\text{Kg PROTEINA NA 9-10-11\#} = 0,00732 \times \text{PCQ}^{0,8345}$	0,867
$\text{Kg CINZAS NA 9-10-11\#} = 0,00261 \times \text{PCQ}^{0,8085}$	0,671
$\text{Kg AGUA NA 9-10-11\#} = 0,70291 \times \text{PCR}^{0,8212}$	0,973
$\text{Kg GORDURA NA 9-11-11\#} = 0,06609 \times \text{PCR}^{1,8644}$	0,909
$\text{Kg PROTEINA NA 9-10-11\#} = 0,22475 \times \text{PCR}^{0,8167}$	0,972
$\text{Kg CINZAS NA 9-10-11\#} = 0,07119 \times \text{PCR}^{0,8021}$	0,774

PCR - peso do corte da 9-10-11# costelas em Kg.

PCQ - peso da carcaça quente em Kg.

2.2. CORTE DA 10# COSTELA

EQUAÇÕES:

R²

$\text{Kg AGUA NA 10\#} = 0,00433 \times \text{PCQ}^{1,0195}$	0,865
$\text{Kg GORDURA NA 10\#} = 0,0000062 \times \text{PCQ}^{2,0694}$	0,887
$\text{Kg PROTEINA NA 10\#} = 0,00118 \times \text{PCQ}^{1,0545}$	0,885
$\text{Kg CINZAS NA 10\#} = 0,00044 \times \text{PCQ}^{1,0155}$	0,785
$\text{Kg AGUA NA 10\#} = 0,60051 \times \text{PCL}^{0,8437}$	0,965
$\text{Kg GORDURA NA 10\#} = 0,14635 \times \text{PCL}^{1,6182}$	0,884
$\text{Kg PROTEINA NA 10\#} = 0,19344 \times \text{PCL}^{0,8694}$	0,980
$\text{Kg CINZAS NA 10\#} = 0,06097 \times \text{PCL}^{0,8259}$	0,846

PCL - peso do corte da 10# costela em Kg.

PCQ - peso da carcaça quente em Kg.

3. VALORES DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES
OBTIDAS NOS TRÊS ANIMAIS NASCIDOS EM 1982 E 1983.

```
*****
ANIMAIS                IDADE          PESO JEJUM  ALTURA AN.
                        DIAS            Kg          CM
*****
animal 502/82          560.0000    155.0000
animal 534/82          521.0000    155.0000
animal 338             453.0000    152.0000
*****
```

```
*****
                ALTURA/PVJ  PROF. EM cm  COMP. EM cm  PESO VAZIO
                DA CARCACA  DA CARCACA  Kg
*****
animal 502/82      0.2768    46.0000    136.0000    477.2800
animal 534/82      0.2975    45.0000    135.0000    455.5400
animal 338         0.3355    41.5000    132.5000    405.2400
*****
```

```
*****
                PESO CAR.QUERENDIMENTO  RENDIMENTO  GRAVIDADE
                PCQ/PVj          PCQ/PVa          TRASEIRO
*****
animal 502/82      344.1000    61.4464    68.9192    1.0970
animal 534/82      305.9000    58.7140    67.1511    1.1034
animal 338         263.4000    58.1457    64.9985    1.1073
*****
```

```
*****
                GRAVIDADE  PESO COURO  PESO CABO  PESO SANGUE
                DIANTEIRO  Kg          E PATAS    Kg
*****
animal 502/82      1.0838    51.4000    24.2000    20.3000
animal 534/82      1.0784    52.3000    25.3000    20.8000
animal 338         1.1032    47.7000    25.0000    19.3000
*****
```



```

*****
PESO          PESO          PESO CORTE  GRAVIDADE
VISCEBAS      VCSC        ,9-10-11#  DA 9-10-11#
*****
animal 502/82    53.1000    149.0000    5.7000    1.0951
animal 534/82    45.6000    144.0000    5.4800    1.1127
animal 338       46.9000    138.9000    5.0800    1.1115
*****

```

```

*****
PESO          PESO          % DE M.S.   % M.S.
CONTEUDO TGICONTEUDO R. CONTEUDO  CARCACA
*****
animal 502/82    60.7200    39.5000    11.5900    35.4500
animal 534/82    65.4600    45.1000    12.0100    31.5400
animal 338       47.7600    28.9000    12.8500    33.2400
*****

```

```

*****
% GORDURA    % PROTEINA    % CINZAS    % M.S.
CARCACA      CARCACA      CARCACA      VCSC
*****
animal 502/82    9.4084    19.4727    7.1255    36.1000
animal 534/82    5.1410    20.5452    5.8254    31.8500
animal 338       5.9500    19.9241    7.1965    31.4200
*****

```

```

*****
% GORDURA    % PROTEINA    % CINZAS    % M.S.
VCSC          VCSC          VCSC          DA 9-10-11#
*****
animal 502/82    8.0070    24.6130    4.1659    37.1500
animal 534/82    4.9145    24.5595    3.5863    33.1800
animal 338       4.6030    22.9963    4.9989    32.4800
*****

```

```

*****
Kg AGUA      % GORDURA    Kg GORDURA    % PROTEINA
DA 9-10-11# DA 9-10-11# DA 9-10-11# DA 9-10-11#
*****
animal 502/82    3.5825    12.0143    0.6848    19.3886
animal 534/82    3.6617    5.7667    0.3160    20.3161
animal 338       3.4300    5.0474    0.2564    21.0211
*****

```

```

*****
Kg PROTEINA % CINZAS      Kg CINZAS      % AGUA NO
DA 9-10-11# DA 9-10-11# DA 9-10-11# CORPO VAZIO
*****
animal 502/82      1.1051      6.3081      0.3596      65.2639
animal 534/82      1.1133      7.6480      0.4191      69.1591
animal 338         1.0679      6.9897      0.3551      68.0398
*****

```

```

*****
Kg AGUA NO % GORDURA      Kg GORDURA      % PROTEINA
CORPO VAZIO CORPO VAZIO CORPO VAZIO CORPO VAZIO
*****
animal 502/82      325.8496      8.7492      43.6832      20.5080
animal 534/82      315.0476      4.9395      22.5012      21.2949
animal 338         275.7245      5.3709      21.7649      20.5839
*****

```

```

*****
Kg PROTEINA % CINZAS      Kg CINZAS
CORPO VAZIO CORPO VAZIO CORPO VAZIO
*****
animal 502/82      102.3923      6.0598      30.2552
animal 534/82      97.0067       4.9704      22.6422
animal 338         83.4142       6.3012      25.5350
*****

```

4. VALORES DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NAS EQUAÇÕES DE ESTIMATIVA.

	PESO	GRAVIDADE ES.	MATERIA SECA	AGUA EM Kg
	DA 9-10-11#	DA 9-10-11#	DA 9-10-11#	NA 9-10-11#

animal 670	1.7000	1.0883	37.2400	1.0669
animal 662	2.2800	1.0896	36.9500	1.4375
animal 606	2.0200	1.0949	37.3500	1.2655
animal 658	1.8800	1.0946	37.5900	1.1733
animal 512	3.4000	1.0978	41.7000	1.9822
animal 554	2.9600	1.0878	40.2200	1.7695
animal 494	3.0200	1.0954	39.5600	1.8253
animal 502/82	5.7000	1.0951	37.1500	3.5825
animal 534/82	5.4800	1.1127	33.1800	3.6617
animal 338	5.0800	1.1115	32.4800	3.4300
animal 492	4.8600	1.0653	45.4500	2.6511
animal 504	4.2000	1.0875	43.6400	2.3671
animal 544	4.3400	1.0723	46.6600	2.3150
animal 534	3.8000	1.0884	40.7400	2.2519
animal 654	2.6000	1.0890	37.3100	1.6299
animal 674	1.8600	1.0874	36.2000	1.1867
animal 650	2.8800	1.0829	40.7500	1.7064
animal 642	2.5000	1.0834	43.0600	1.4235
animal 502	4.4200	1.0738	48.5500	2.2741
animal 472	3.6600	1.0804	42.7400	2.0957
animal 510	3.5000	1.0834	45.9500	1.8918
animal 508	5.4400	1.0738	46.8400	2.8919
animal 640	2.6600	1.0956	36.4900	1.6894
animal 666	3.2000	1.0720	43.2100	1.8173
animal 646	2.1450	1.1000	37.3600	1.3436
animal 652	2.6750	1.1081	47.4400	1.4060
animal 526	4.5050	1.0814	45.4200	2.4588
animal 480	3.8800	1.0877	47.0500	2.0545
animal 620	2.4950	1.0862	43.5000	1.4097
animal 628	3.9500	1.0744	49.4900	1.9951
animal 614	4.3800	1.0732	46.3700	2.3490
animal 616	2.5500	1.0883	42.5100	1.4660
animal 518	3.6450	1.0884	45.2500	1.9956
animal 486	5.0200	1.0807	48.0500	2.6079

MEDIA	3.4907	1.0874	41.8662	2.0139
Sx,y	1.1333	0.0110	4.5809	0.6615
VALOR MAX.	5.7000	1.1127	49.4900	3.6617
VALOR MIN.	1.7000	1.0653	32.4800	1.0669

4. continuação.

```

*****
      GORDURA EM %   GORDURA EM Kg  PROTEINA EM %  PROTEINA EM Kg
      NA 9-10-11#    NA 9-10-11#    NA 9-10-11#    NA 9-10-11#
*****
animal 670           10.7698           0.1831           20.9996           0.3570
animal 662            9.8324           0.2242           20.7400           0.4729
animal 606           10.1293           0.2046           20.3968           0.4120
animal 658           10.1794           0.1914           21.3398           0.4012
animal 512           16.3714           0.5566           18.6399           0.6338
animal 554           16.0156           0.4741           18.7385           0.5547
animal 494           13.0746           0.3949           19.4991           0.5889
animal 502/82        12.0143           0.6848           19.3886           1.1051
animal 534/82         5.7667           0.3160           20.3161           1.1133
animal 338            5.0474           0.2564           21.0211           1.0679
animal 492           24.8430           1.2074           17.1347           0.8327
animal 504           19.7035           0.8275           17.9360           0.7533
animal 544           25.5370           1.1083           15.8784           0.6891
animal 534           17.0619           0.6484           17.6323           0.6700
animal 654           12.7712           0.3321           19.5728           0.5089
animal 674           11.7903           0.2193           18.9616           0.3527
animal 650           16.9928           0.4894           18.8102           0.5417
animal 642           19.7990           0.4950           17.8225           0.4456
animal 502           26.6151           1.1764           17.0605           0.7541
animal 472           19.3869           0.7096           17.9850           0.6583
animal 510           22.7912           0.7977           17.3875           0.6086
animal 508           24.7409           1.3459           17.0919           0.9298
animal 640           11.7206           0.3118           18.9712           0.5046
animal 666           22.1840           0.7099           17.3272           0.5545
animal 646           11.4023           0.2446           19.4272           0.4167
animal 652           24.8870           0.6657           17.5670           0.4699
animal 526           22.6464           1.0202           17.5412           0.7902
animal 480           23.1627           0.8987           17.4508           0.6771
animal 620           19.6185           0.4895           17.5436           0.4377
animal 628           27.6253           1.0912           15.9308           0.6293
animal 614           24.5158           1.0738           17.3795           0.7612
animal 616           18.1050           0.4617           18.4026           0.4693
animal 518           21.5752           0.7864           17.7063           0.6454
animal 486           25.0581           1.2579           17.1827           0.8626
*****
MEDIA                17.7569           0.6428           18.4348           0.6374
Sx,y                  6.2844           0.3498           1.4151           0.2038
VALOR MAX.           27.6253           1.3459           21.3398           1.1133
VALOR MIN.            5.0474           0.1831           15.8784           0.3527
*****

```

4. continuação.

	CINZA EM %	CINZAS EM Kg	TOTAL	% PROTEINA
	NA 9-10-11#	NA 9-10-11#	DA 9-10-11#	MAT. DESENGORD

animal 670	6.1744	0.1050	101.8900	77.2783
animal 662	6.2667	0.1429	99.7000	76.7957
animal 606	6.5661	0.1326	99.3100	75.6476
animal 658	6.8188	0.1282	101.9900	75.7843
animal 512	6.9222	0.2354	100.5600	72.9201
animal 554	5.8520	0.1732	100.9600	76.2022
animal 494	7.1248	0.2152	100.3500	73.2392
animal 502/82	6.3081	0.3596	101.5100	75.4518
animal 534/82	7.6480	0.4191	101.6600	72.6507
animal 338	6.9897	0.3551	101.7800	75.0464
animal 492	4.0087	0.1948	101.1800	81.0404
animal 504	5.9263	0.2489	99.8300	75.1646
animal 544	4.7966	0.2082	99.0400	76.7998
animal 534	5.8462	0.2222	99.5100	75.0998
animal 654	5.1264	0.1333	100.4300	79.2447
animal 674	5.3576	0.0997	99.7500	77.9696
animal 650	5.2690	0.1517	100.7900	78.1181
animal 642	5.7743	0.1444	100.7800	75.5292
animal 502	5.1803	0.2290	100.6300	76.7081
animal 472	5.0818	0.1860	99.3300	77.9692
animal 510	5.8173	0.2036	100.1000	74.9307
animal 508	4.8339	0.2630	99.6300	77.9534
animal 640	5.7362	0.1526	99.8300	76.7833
animal 666	3.6988	0.1184	100.0000	82.4085
animal 646	6.7547	0.1449	100.6000	74.2009
animal 652	5.1235	0.1371	100.2900	77.4200
animal 526	5.6230	0.2533	100.8600	75.7255
animal 480	6.6341	0.2574	100.4200	72.4556
animal 620	6.0987	0.1522	99.4500	74.2042
animal 628	5.5429	0.2189	99.2100	74.1876
animal 614	4.9616	0.2173	101.0500	77.7916
animal 616	6.8484	0.1746	101.9900	72.8788
animal 518	5.9640	0.2174	99.9900	74.8041
animal 486	6.0447	0.3034	100.4900	73.9760

MEDIA	5.8447	0.2029	100.4379	76.0112
Sx,y	0.8674	0.0740	0.8369	2.2530
VALOR MAX.	7.6480	0.4191	101.9900	82.4085
VALOR MIN.	3.6988	0.0997	99.0400	72.4556

4. continuação.

	PESO EM Kg	MATERIA SECA	AGUA EM Kg	GORDURA EM %
	DA 10#	DA 10#	NA 10#	NA 10#

animal 670	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 662	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 606	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 658	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 512	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 554	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 494	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 502/82	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 534/82	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 338	n. c.	N. C.	N. C.	N. C.
animal 492	2.5200	47.5300	1.3222	25.7042
animal 504	2.0500	44.3400	1.1410	21.1724
animal 544	2.4800	48.0300	1.2889	24.5241
animal 534	1.9000	41.8600	1.1047	17.4514
animal 654	1.5600	39.5600	0.9429	13.9251
animal 674	1.0000	39.7000	0.6030	12.9382
animal 650	1.4800	41.6700	0.8633	18.1890
animal 642	1.2200	43.1900	0.6931	20.6059
animal 502	2.6100	50.1800	1.3003	28.0556
animal 472	2.0750	43.9800	1.1624	20.3408
animal 510	1.9600	48.6300	1.0069	25.8906
animal 508	3.0400	47.0700	1.6091	25.7802
animal 640	1.2800	38.8400	0.7828	12.6269
animal 666	1.6200	44.9400	0.8920	22.3891
animal 646	1.2350	37.2300	0.7752	11.8764
animal 652	1.7500	50.4000	0.8680	28.1786
animal 526	2.3250	46.2300	1.2502	23.1705
animal 480	1.8000	46.7900	0.9578	23.2078
animal 620	0.7900	43.1500	0.5628	18.8307
animal 628	2.0000	51.5800	0.9684	30.6695
animal 614	2.2600	46.5400	1.2082	25.1735
animal 616	1.2050	42.9300	0.6877	18.3869
animal 518	1.8200	46.4500	0.9746	22.3750
animal 486	2.6600	49.5100	1.3430	27.5078

MEDIA	1.8683	45.0138	1.0128	21.6238
Sx,y	0.5505	3.8258	0.2594	5.1681
VALOR MAX.	3.0400	51.5800	1.6091	30.6695
VALOR MIN.	0.9900	37.2300	0.5628	11.8764

4. continuação.

	GORDURA EM Kg	PROTEINA EM %	PROTEINA EM Kg	CINZA EM %
	NA 10#	NA 10#	NA 10#	NA 10#

animal 670	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 662	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 606	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 658	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 512	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 554	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 494	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 502/82	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 534/82	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 338	N. C.	N. C.	N.C.	N. C.
animal 492	0.6477	16.8351	0.4242	5.0905
animal 504	0.4340	17.9710	0.3684	5.5115
animal 544	0.6082	16.8537	0.4180	6.1382
animal 534	0.3316	18.8412	0.3580	6.0655
animal 654	0.2172	19.7760	0.3085	6.2307
animal 674	0.1294	19.6872	0.1969	6.9515
animal 650	0.2692	18.2681	0.2704	5.0921
animal 642	0.2514	18.1225	0.2211	4.7120
animal 502	0.7323	16.8856	0.4407	5.5198
animal 472	0.4221	18.5859	0.3857	5.4051
animal 510	0.5075	16.8697	0.3306	5.8599
animal 508	0.7837	16.7757	0.5100	4.4246
animal 640	0.1616	19.7035	0.2522	6.4552
animal 666	0.3627	18.0299	0.2921	4.4985
animal 646	0.1467	19.6202	0.2423	5.5212
animal 652	0.4931	16.9546	0.2967	5.5188
animal 526	0.5387	17.8494	0.4150	5.2101
animal 480	0.4177	18.0703	0.3253	6.0827
animal 620	0.1864	18.4423	0.1826	5.9374
animal 628	0.6134	16.5778	0.3316	5.0394
animal 614	0.5689	16.9126	0.3822	4.3468
animal 616	0.2216	18.2925	0.2204	6.3794
animal 518	0.4072	17.9762	0.3272	5.8945
animal 486	0.7317	17.2047	0.4576	5.3768

MEDIA	0.4243	17.9628	0.3316	5.5526
Sx,y	0.1962	1.0117	0.0858	0.6636
VALOR MAX.	0.7837	19.7760	0.5100	6.9515
VALOR MIN.	0.1294	16.5778	0.1826	4.3468

4. continuação.

```

*****
TOTAL          GRAVIDADE ES. GRAVIDADE ES.
NA 10#        DO TRAZEIRO DO DIANTEIRO
*****
animal 670      N. C.          1.0798      1.0367
animal 662      N. C.          1.0888      1.0855
animal 606      N. C.          1.0843      1.0828
animal 658      N. C.          1.0801      1.0706
animal 512      N. C.          1.0887      1.0801
animal 554      N. C.          1.0861      1.0844
animal 494      N. C.          1.0912      1.0713
animal 502/82   N. C.          1.0970      1.0838
animal 534/82   N. C.          1.1034      1.0784
animal 338      N. C.          1.1073      1.1032
animal 492      100.2100      1.0691      1.0794
animal 504      100.7100      1.0773      1.0725
animal 544      98.9300      1.0820      1.0814
animal 534      101.1900      1.0849      1.0739
animal 654      100.9400      1.0926      1.0894
animal 674      99.6900      1.0861      1.0893
animal 650      99.7100      1.0824      1.0821
animal 642      100.5800      1.0992      1.0775
animal 502      100.5600      1.0751      N.C.
animal 472      100.8000      1.0848      N.C.
animal 510      99.9800      1.0825      1.0858
animal 508      99.8100      1.0742      1.0738
animal 640      99.8600      1.0962      1.0849
animal 666      99.9500      1.0734      1.0807
animal 646      99.4300      1.0960      1.0811
animal 652      100.5000      1.0773      1.0861
animal 526      100.0000      1.0769      1.0744
animal 480      101.2200      1.0816      1.0771
animal 620      100.1400      1.0802      1.0778
animal 628      101.3700      1.0716      1.0814
animal 614      99.7700      1.0759      1.0790
animal 616      100.3000      1.0790      1.0662
animal 518      99.5600      1.0826      1.0796
animal 486      101.1700      1.0733      1.0767
*****
MEDIA          100.2658      1.0841      1.0790
Sx,y           0.6288      0.0092      0.0101
VALOR MAX.     101.3700      1.1073      1.1032
VALOR MIN.     98.9300      1.0691      1.0367
*****

```