



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

RENAN NICÁCIO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA DETERMINAÇÃO DA
CONDIÇÃO CORPORAL DE GATOS DOMÉSTICOS DE DIFERENTES ESCORES
DE CONDIÇÃO CORPORAL**

AREIA

2021

RENAN NICÁCIO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA DETERMINAÇÃO DA
CONDIÇÃO CORPORAL DE GATOS DOMÉSTICOS DE DIFERENTES ESCORES
DE CONDIÇÃO CORPORAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Medicina Veterinária pela
Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna Agy
Loureiro.

AREIA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Renan Nicácio da.

Avaliação das medidas morfométricas na determinação da condição corporal de gatos domésticos de diferentes escores de condição corporal / Renan Nicácio da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2021.
32 f. : il.

Orientação: Bruna Agy Loureiro.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Medicina veterinária. 2. Avaliação nutricional. 3. Massa gorda.
4. Obesidade. I. Loureiro, Bruna Agy. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636.09(02)

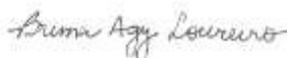
RENAN NICÁCIO DA SILVA

AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA DETERMINAÇÃO DA
CONDIÇÃO CORPORAL DE GATOS DOMÉSTICOS DE DIFERENTES ESCORES DE
CONDIÇÃO CORPORAL

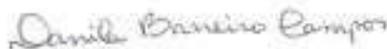
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Medicina Veterinária pela
Universidade Federal da Paraíba.

Aprovado em: 09/12/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dra. Bruna Agy Loureiro (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof^ª. Dra. Danila Barreiro Campos
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Dra. Camila Goloni
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Pelo carinho, afeto, dedicação e cuidado que minha mãe e minha irmã Renata me deram durante toda a minha existência, dedico este trabalho a elas. Com muita gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

A minha família: Meu pai (seu Rivaldo e Dona Consuelo), meus irmãos, em especial minha querida irmã Renata, que tem um carinho tão grande por mim, que muitas vezes nem consigo retribuir, e principalmente minha mãe, dona Consuelo. Faltam-me palavras para descrever tamanha gratidão por tudo que ela fez por mim em toda minha vida e principalmente, nesses últimos 5 anos de graduação. Sem ela, a realização desse sonho não seria possível.

À minha tia Dalva, por amar tanto os animais e ser uma inspiração para mim.

Ao meu avô paterno José Marcelino, por ser um homem forte, que me inspira tanto.

À minha avô materna, Maria André, por ser tão sábia.

À minha filhote de quatro patas, minha gata, meu xodó, Bianca, que há 11 anos está comigo, me trazendo felicidade e me ensinando diariamente sobre o amor.

Aos meus amigos de infância, Ana Carolina e Ranier Barbosa, por nunca me esquecerem, mesmo eu estando longe.

Aos meus colegas de curso, em especial aos que considero como irmãos: Joelson Gomes, José Lucas, Vanessa Oliveira, Thiago José, Breno Fernandes, Wiliany Sá, Ester Dias e Davi Amon. Todos os bons momentos, as conversas, confraternizações, calouradas e viagens ficarão na minha memória e os momentos difíceis ficarão como lição de vida.

À pessoas que me ajudaram durante o experimento: Minha amiga Isabela Regina, que não mediu esforços e me ajudou bastante durante a fase experimental da pesquisa, da mesma forma, meu amigo/irmão José Lucas e minha amiga Lilian Eloy.

À todos os proprietários dos animais envolvidos no estudo: Jéssica Mayara, Cláudio Monteiro, Letícia, Márcia Karinna, Felipe Nael, Laís Angélica, Renata Fernanda, Gisele Santana, Vanessa Oliveira, Juliana Araújo, Otávio, Laís Querino e Wiliany Sá.

Ao Médico Veterinário Alejandro Restan, que esteve comigo nos primeiros dias de experimento.

Ao Laboratório de Espectrometria de Massas da Faculdade de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (USP) pelas análises realizadas para o meu estudo.

À toda equipe do Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Hospital Veterinário da UFPB: Edivaldo Pereira, Natália Silva, Andriele Barbosa, Welitânia e Diego

meu muito obrigado por todo o conhecimento compartilhado e paciência que tiveram comigo durante o estágio final.

Agradeço a minha querida orientadora Bruna Agy, por todo companheirismo, por sempre me deixar a vontade, e por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar.

À Médica Veterinária Thaís Ribeiro Félix, por me ensinar tanto sobre metodologia da pesquisa científica durante o meu PIBIC na área de Anestesiologia Veterinária. Gostaria de agradecer também à minha dupla de PIBIC, Rayane Lopes, por todo o aprendizado durante os dois semestres de experimento no Laboratório de Anatomia Animal da UFPB.

À todos que fizeram o projeto “Prevenção e tratamento da obesidade em cães e gatos: Um novo serviço oferecido no Hospital Veterinário do CCA, UFPB” acontecer, tanto os tutores que levaram seus animais, como os colegas de curso que trabalharam nos atendimentos. Foi por meio desse projeto que minha paixão por Nutrição de Cães e Gatos teve início.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação em especial Danila Barreiro Campos, Érika Fonseca, Ivia Talieri, Isabella Barros, Felipe Nael, Emanuelle Alícia, Lorena Cândido, Jeann Leal, Anne Evelyne, Lara Toledo, e Sara Vilar.

À todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias: Técnicos administrativos, servidores, docentes, e residentes do Hospital Veterinário.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a condição corporal de gatos adultos pelo método de medidas morfométricas propostas por Witzel e correlacionar os índices de massa magra e massa gorda obtidos por esse método com o Escore de Condição Corporal (ECC) e método de diluição de deutério. Foram admitidos no estudo dezoito (18) animais saudáveis, sendo 10 fêmeas e 8 machos, castrados, sem raça definida, com idade entre 1 e 10 anos e peso médio de $4,98 \pm 1,83$ kg. Os animais foram avaliados no próprio domicílio seguindo a ordem do método menos invasivo ao mais invasivo: Avaliação do ECC, medidas morfométricas e o método de diluição de deutério. Foi averiguada correlação positiva entre o ECC e medidas morfométricas ($p = 0,0019$ e $R^2 = 0,68$), medidas morfométricas e diluição de deutério ($p = 0,0229$ e $R^2 = 0,53$), além do ECC e diluição de deutério ($p = 0,0188$ e $R^2 = 0,54$). O uso das medidas morfométricas elaboradas por Witzel et al. (2014) se mostrou ferramenta válida para avaliação da composição corporal de gatos adultos com diferentes escores de condição corporal, sobretudo na rotina clínica e animais domiciliados.

Palavras-Chave: avaliação nutricional; massa gorda; obesidade.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the body condition of adult cats using the method of morphometric measurements proposed by Witzel and to correlate the lean mass and fat mass indexes obtained by this method with the Body Condition Score (BCS) and the deuterium dilution method. Eighteen (18) healthy animals were included in the study, 10 females and 8 males, castrated, of no defined breed, aged between 1 and 10 years and with an average weight of 4.98 ± 1.83 kg. The animals were evaluated at home following the order of the least invasive to the most invasive method: BCS, morphometric measurements and the deuterium dilution method. A positive correlation was found between BCS and morphometric measurements ($p = 0.0019$ and $R^2 = 0.68$), morphometric measurements and deuterium dilution ($p = 0.0229$ and $R^2 = 0.53$), in addition to BCS and deuterium dilution ($p = 0.0188$ and $R^2 = 0.54$). The use of morphometric measurements elaborated by Witzel et al (2014) proved to be a valid tool for assessing the body composition of adult cats with different body condition scores, especially in clinical routine and domesticated animals.

Keywords: nutritional assessment; fat mass; obesity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1	Percentual de gordura corporal dos animais separados por método de composição corporal	20
Gráfico 2	Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida por meio das medidas morfométricas e escore de condição corporal	21
Gráfico 3	Correlação entre o peso corporal (kg) obtido em balança digital e o somatório da massa magra e massa gorda obtidas por meio das medidas morfométricas	21
Gráfico 4	Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida por meio das medidas morfométricas e da diluição de deutério.....	22
Gráfico 5	Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida por meio do escore de condição corporal e diluição de deutério.....	22
Gráfico 6	Correlação entre o percentual de massa magra obtida por meio das medidas morfométricas e diluição de deutério.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEXA	Absorimetria de Raios X de Dupla Energia
ECC	Escore de Condição Corporal
EMM	Escore de Massa Magra
GC	Gordura Corporal
PC	Peso Corporal
SHAPE	Sistema Tamanho, Saúde e Avaliação Física

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL (ECC).....	14
2.2	MEDIDAS MORFOMÉTRICAS.....	15
2.3	DILUIÇÃO DE DEUTÉRIO.....	16
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	ANIMAIS.....	17
3.2	ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DO ECC.....	17
3.3	ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS.....	17
3.4	ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DA DILUIÇÃO DE DEUTÉRIO.....	18
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
4	RESULTADOS.....	20
5	DISCUSSÃO.....	24
6	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	28
	ANEXO A – GUIA PARA CLASSIFICAÇÃO DO ECC.....	30
	ANEXO B– MEDIDAS MORFOMÉTRICAS PARA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM GATOS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A composição corporal dos seres vivos é definida como um conjunto de componentes biológicos, abrangendo massa magra (composto por tecido muscular, tendões, ligamentos, tecido nervoso e órgãos), gordura e água (GERMAN, 2006). Determinar ou estimar a composição corporal dos animais pode ser considerada uma tarefa difícil para médicos veterinários e zootecnistas porque os componentes do corpo não são compartimentados, mas unidos nos tecidos que formam o corpo. Contudo, definir a composição corporal é fundamental para prevenir obesidade e a perda de tecido magro em cães e gatos em todos os estágios de vida e em situação de doença (BURKHOLDER, 2001; FREEMAN, 2012).

Segundo Cline e Murphy (2019), animais com 25% a 35% de gordura corporal são diagnosticados com sobrepeso e acima de 35% com obesidade. A avaliação da composição corporal é importante para monitorar animais em programa de emagrecimento, com o objetivo que estes animais percam principalmente gordura corporal, e mantenham massa magra (GERMAN *et al.*, 2008). Além disso, o monitoramento da composição corporal é importante para prevenir a caquexia, condição definida como perda de massa magra em decorrência de uma comorbidade crônica como neoplasias, cardiopatias, doença renal crônica e hipertireoidismo em gatos, ou ainda, para monitoramento da sarcopenia. A sarcopenia define-se como perda de massa magra durante a fase geriátrica dos cães e gatos, sem a presença de doença (FREEMAN, 2012).

O ECC (Escore de Condição Corporal) é um método fácil de ser utilizado, subjetivo e validado com o método de referência DEXA (Absorimetria de Raios X de Dupla Energia) (LAFLAMME, 1997). É preconizado pela WSAVA (Associação veterinária mundial de pequenos animais) (2011) para avaliação do estado nutricional do paciente em todas as visitas ao consultório veterinário. Outra forma prática de avaliar a condição corporal de cães e gatos, é por meio de medidas de circunferência de partes do corpo, utilizando uma fita métrica, método conhecido como morfometria ou medidas morfométricas. Tal metodologia apresenta como vantagem adicional ao ECC, a avaliação do percentual de massa magra (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017). O método de diluição de deutério determina massa magra, massa gorda e água corporal. Devido ao alto custo, não é um método clinicamente prático, mas devido a sua alta precisão é um método empregado com frequência em pesquisas científicas (BURKHOLDER; THATCHER, 1998).

Um estudo elaborado por Witzel e seus colaboradores (2014), determinou novas medidas morfométricas para obtenção da composição corporal em gatos. A pesquisa foi

realizada com 76 gatos e, como resultado, apresentou correlação significativa do percentual de massa magra e massa gorda com o DEXA, considerado padrão ouro para mensuração da composição corporal.

Objetivou-se avaliar a condição corporal de gatos adultos pelo método de medidas morfométricas propostas por Witzel e correlacionar os índices de massa magra e massa gorda obtidos por esse método com o ECC e método de diluição de deutério.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente, algumas ferramentas estão disponíveis para análise da composição corporal. Algumas são utilizadas com frequência nos atendimentos clínicos de cães e gatos e divergem quanto a facilidade de uso, custo, grau de invasão na determinação do método nos animais e precisão dos resultados, como: ECC, EMM (Escore de Massa Muscular), medidas morfométricas e ultrassonografia (GERMAN E MORGAN, 2008). Outros métodos são limitados ao cenário da pesquisa científica, devido ao custo elevado, necessidade de sedação ou anestesia geral, ou exposição à radiação, como as técnicas de imagens radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética e DEXA e, traçadores metabólicos como a diluição de óxido de deutério (BURKHOLDER, 2001). De modo geral, para todas as ferramentas são descritas vantagens e desvantagens (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017).

2.1 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

O ECC é uma ferramenta simples e prática que consiste na avaliação da superfície corporal por meio da palpação e em determinadas regiões do corpo dos animais (GERMAN; MARTIN, 2008). É um método utilizado em diferentes espécies domésticas como equinos, bovino de leite, caninos e felinos (BURKHOLDER, 2000). Para gatos, os locais de avaliação incluem caixa torácica, abdômen, região lombar e cintura (LAFLAMME, 1997).

Existe atualmente alguns sistemas de avaliação da condição corporal por meio de pontuação para cães e gatos, os principais citados na literatura são: Sistema de 5 pontos, sistema de 9 pontos e SHAPE (Sistema Tamanho, Saúde e Avaliação Física). O sistema de 5 pontos é comumente utilizado na rotina clínica, contudo, não é validado com o DEXA. O SHAPE foi planejado para minimizar a variabilidade entre observadores com experiência necessária, sendo indicado para proprietários utilizarem em casa com seus animais. A condição corporal neste caso é estabelecida por meio de uma sequência de perguntas específicas num sistema algorítmico. O sistema de 9 pontos é o mais aceito e indicado, pois tem validação com o DEXA e menor variação entre os avaliadores (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017).

Animais classificados com ECC 1, são aqueles considerados profundamente magros, com saliências ósseas, como costelas facilmente visíveis e palpáveis, com ausência de camada de gordura. Gatos com escore 4 ou 5 são considerados em um bom estado nutricional, com

proeminências ósseas palpáveis com uma fina camada de gordura. Já os animais classificados com ECC 9, são aqueles com obesidade mórbida, com estruturas ósseas difíceis de serem palpáveis sob uma camada densa de gordura. Os gatos com ECC 1, possuem o percentual de gordura corporal menor ou igual a 10%, com elevação de 5% de massa gorda a cada pontuação acima ou 10 a 15% do PC (LAFLAMME, 1997; CLINE *et al.*, 2021).

Apesar do método de ECC ser rotineiramente utilizado em animais domésticos devido à praticidade e baixo custo (LAFLAMME, 1997), o método apresenta algumas limitações como avaliação subjetiva do percentual de gordura, sem avaliar o percentual de massa magra (GERMAN E MARTIN, 2008) e, além do mais, não determina o percentual exato de gordura corporal, mas classifica o animal em uma faixa de porcentagem (BROOKS *et al.*, 2014; CLINE *et al.*, 2021).

O método de ECC é limitado para animais com teor máximo de gordura corporal em torno de 45%, sendo, portanto, um método limitado quando utilizado em animais excessivamente obesos com mais de 50% de gordura corporal (Referência). Adicionalmente, a classificação de animais nas escalas inferiores de ECC a 4 pontos (em uma escala de 9 pontos) pode ser confundido com atrofia muscular (MICHEL *et al.*, 2011). Por isso, é aconselhável utilizar o ECC conjuntamente com o EMM em animais severamente enfermos (BAEZ *et al.*, 2007).

2.2 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

A mensuração da composição corporal por meio das medidas morfométricas, morfometria ou zoometria constitui-se na estimativa de massa magra e massa gorda do corpo por meio de equações matemáticas que utilizam medidas de circunferências e comprimentos anatômicos, através de fita métrica (DIEZ E NGUYEN, 2006). O método é considerado limitado para cães, devido à variedade de raças e diferentes conformações nessa espécie (WITZEL *et al.*, 2014). Por outro lado, é considerado um método eficiente para gatos, tendo em vista o tamanho relativamente semelhante entre as raças, em comparação aos cães (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017).

As medidas morfométricas é considerada um método prático, fácil de se utilizar, e útil para animais com teor de gordura corporal superior a 40% (WITZEL *et al.*, 2014). Além disso, é um método indicado para animais que precisam ser avaliados sucessivas vezes ao longo do tempo, como no caso de animais submetidos ao programa de emagrecimento (DIEZ; NGUYEN, 2006). As principais desvantagens do método incluem: maior demanda de tempo

para obtenção precisa das medidas (BURKHOLDER, 2001), imprecisão das medidas em animais agitados (BJORNVAD *et al.*, 2011), e a não mensuração dos depósitos de gordura subcutânea (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017).

2.3 MÉTODO DE DILUIÇÃO DE DEUTÉRIO

O método é baseado na administração de deutério por via oral, subcutânea ou intravenosa, mediante incorporação do isótopo estável de hidrogênio (deutério; ^2H) na molécula de H_2O no pool de água corporal (ZANGHI *et al.*, 2013). Assim, se estima a composição corporal do animal, realizada a partir da coleta basal do fluido corporal para se conhecer o teor presente na amostra biológica, em seguida, injeta-se volume conhecido de solução concentrada do isótopo deutério e horas depois, coleta-se nova amostra biológica enriquecida (PARK *et al.*, 2014).

O conteúdo de deutério é analisado na amostra biológica por espectrometria de massa de razão isotópica e estima a água corporal total, massa magra e gordura corporal por meio de cálculos matemáticos (JEUSETTE *et al.*, 2010). As amostras biológicas utilizadas no emprego deste método podem ser sangue, urina ou saliva (CZIMADI *et al.*, 2014). O uso de saliva para determinar a composição corporal em gatos foi validado por Goloni *et al.* (2020) mostrando-se menos invasivo e menos estressante. Embora a diluição de óxido de deutério seja padrão ouro para determinação da composição corporal em animais de companhia, não é uma metodologia utilizada na rotina clínica de cães e gatos em função do alto custo e necessidade de equipamentos específicos para análise. Além disto, sua aplicação depende do status de hidratação do animal, sendo este ponto, um fator limitante (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 ANIMAIS

O presente trabalho foi previamente submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob protocolo Nº 6823200220.

No total, vinte e seis (26) animais participaram do estudo. Contudo, cinco (5) animais receberam subdosagem do isótopo, constatado após análise laboratorial, um (1) gato fugiu durante o experimento e dois (2) gatos não colaboraram no momento da aplicação do isótopo, sendo descartados do estudo. Dessa forma, foram admitidos no estudo dezoito (18) animais adultos (10 fêmeas e 8 machos), castrados, Sem raça definida, saudáveis, com idades de 1 a 11 anos e PC de $4,98 \pm 1,83$ kg. Os animais foram pesados em balança digital de até 30 kg e posteriormente, passaram por avaliação para estimativa da composição corporal mediante três métodos, seguindo-se a ordem do método menos invasivo ao mais invasivo: ECC (sistema de 9 pontos), medidas morfométricas e o método da diluição de óxido de deutério.

3.2 ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DO ECC

O ECC dos animais foi estimado por meio da avaliação das características visuais e palpáveis da gordura corporal em vários locais do corpo do animal como: caixa torácica, região lombar, abdômen e cintura. Em seguida, cada animal recebeu uma pontuação entre 1 e 9 pontos, de acordo com Laflamme (1997) (anexo A).

Para determinar o percentual de gordura corporal pelo método do ECC, considerou-se a porcentagem de gordura corporal média, levando em consideração a faixa descrita para cada ponto de escore do FEDIAF (2018). Assim, considerou-se 20% para o escore 4, adicionando-se 5% de GC (Gordura Corporal) a cada escore acima.

O ECC dos gatos foi avaliado previamente antes de incluí-los no estudo, com a finalidade de admitir animais de diferentes escores distribuídos em grupos homogêneos.

3.3 ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

As medidas determinadas por meio de fita métrica ergonômica (FM 150, Balmak, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo) foram: Diâmetro da cabeça (Circunferência da cabeça / 3); Comprimento do membro pélvico; Circunferência do torácico; Diâmetro torácico (Circunferência do tórax / 3); Comprimento do membro torácico; Comprimento do corpo; e Diâmetro da cabeça, seguindo as referências anatômicas presentes no anexo B. As medidas morfométricas foram aplicadas nas equações propostas por Witzel *et al.* (2014) para estudo da massa magra e massa gorda (g) dos animais e posteriormente calculadas em porcentagem por meio do programa Microsoft Excel 2013:

Massa corporal magra (g): $30.3 \times (\text{diâmetro da cabeça} \times \text{comprimento do membro pélvico}) + 316.9 \times \text{circunferência do membro torácico} + 2.55 \times (\text{diâmetro torácico} \times \text{comprimento do membro torácico}) + 14.4 \times \text{comprimento do corpo} - 3058,7$.

Massa corporal gorda (g): $\text{Peso corporal} - 24.0 \times (\text{diâmetro da cabeça} \times \text{comprimento do membro torácico}) - 309.2 \times \text{circunferência do membro torácico} + 2522,7$.

3.4 ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR MEIO DA DILUIÇÃO DE DEUTÉRIO

Para estimativa da massa magra e massa gorda (em quilogramas) por meio da diluição de deutério, os gatos ficaram em jejum hídrico e alimentar por 4 e 12 horas, respectivamente. Foi utilizado 1 mL/kg de PC (Peso Corporal) de solução de 7% de deutério (D₂O) a 99,9% atm. diluído em solução fisiológica a 0,9%, injetado por via subcutânea, aplicando-se entre as escápulas. Duas amostras de saliva (0,5 ml cada) foram coletadas de cada animal. A primeira (amostra basal) foi coletada antes da inoculação de deutério e a segunda, 3 horas posteriormente a aplicação. Com o intuito de maior acurácia e exatidão da dose administrada, a seringa sem a solução de isótopo de deutério, seringa com a solução a ser aplicada foi pesada, e em seguida, após a inoculação a seringa pós dose também foi pesada para o cálculo da dose inoculada.

Para induzir a salivação nos animais, foi administrado 1 gota/kg de Dipirona sódica 500 mg/ml na cavidade oral dos animais. Posteriormente, um primeiro algodão hidrofílico foi utilizado para ser embebido com saliva e descartado logo em seguida, com o objetivo de descartar a saliva com excesso de dipirona sódica. Assim, um segundo algodão foi depositado da mesma forma que o primeiro, e subsequentemente colocado em uma seringa de 20 ml e, por meio de compressão manual, foi colhido o volume desejado de saliva, seguindo a metodologia de Goloni *et al.*, (2020).

As amostras biológicas foram armazenadas a -20°C em tubos criogênicos graduados, vedados com parafilme ®. As análises de concentração do isótopo na saliva foram feitas no Laboratório de Espectrometria de Massa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto. Para estimativa do contingente de água corporal, foi utilizado a equação proposta por Schoeller *et al.* (1996) e fator de correção para o uso de deutério nesta fórmula de 0,2766, segundo recomendado por Ellis e Wong (1998) para animais ou gatos:

$$N \text{ (moles)} = \left(\frac{WA}{18,02a} \right) + \frac{(\delta a - \delta t)}{(\delta s - \delta p)} f$$

Onde: N = água corpórea; W= unidade ou constante; A= dose administrada; a= dose diluída para análise; δa = enriquecimento da dose; δt = enriquecimento da água; δs = enriquecimento da amostra; δp = enriquecimento da amostra pré-dose; f= fator de correção para o isótopo deutério de acordo com a relação Nd/No de cada fluido avaliado. Nd (contingente de água corporal com deutério) e No (contingente de água corporal com oxigênio).

O princípio de constante de hidratação (73,2% para mamíferos) foi utilizada para estimativa da massa magra (kg):

$$(\text{Água corpórea (kg)})/0,732 \times 100$$

A massa corporal gorda (kg) foi estimada por diferença entre PC e massa magra (PACE,1945).

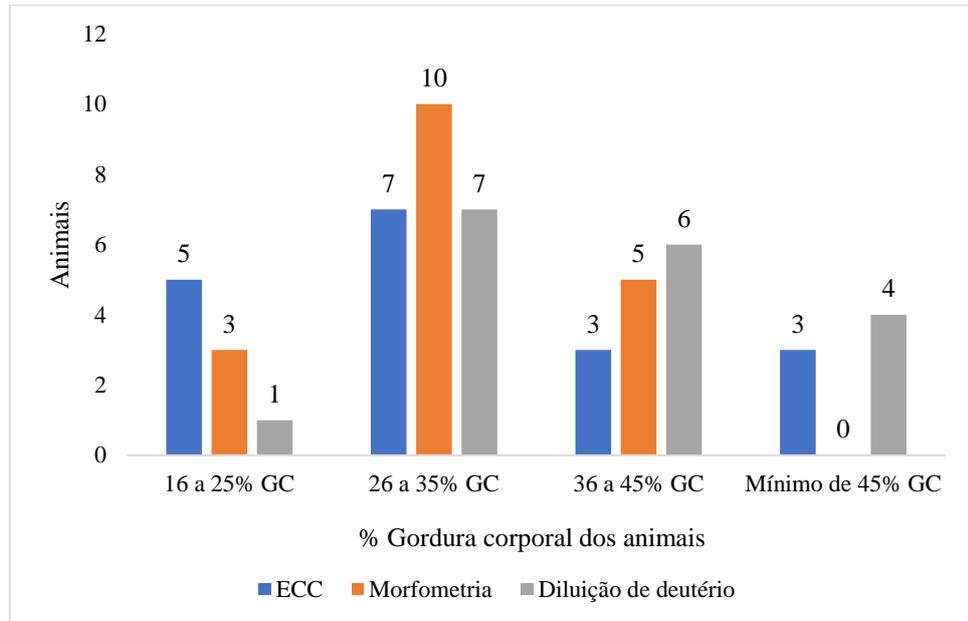
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para determinação da relação entre % de gordura corporal pelos métodos estudados foram determinadas correlações de Pearson. As análises estatísticas do presente estudo foram executadas no software R (2008), considerando significância de 5%. O delineamento foi inteiramente casualizado e a unidade experimental foi cada gato.

4 RESULTADOS

Os resultados do percentual de gordura dos animais em cada método avaliado estão apresentados no gráfico 1.

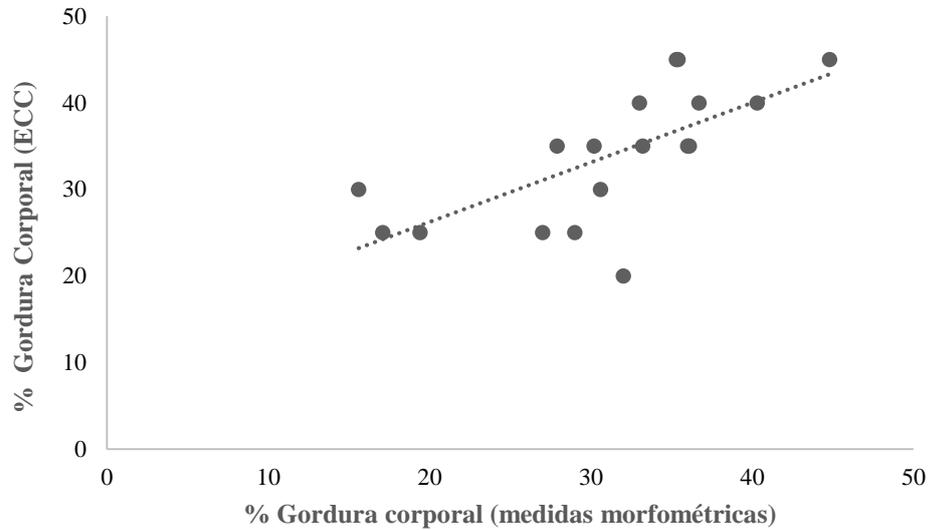
Gráfico 1 - Percentual de gordura corporal dos animais separados por método de composição corporal



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

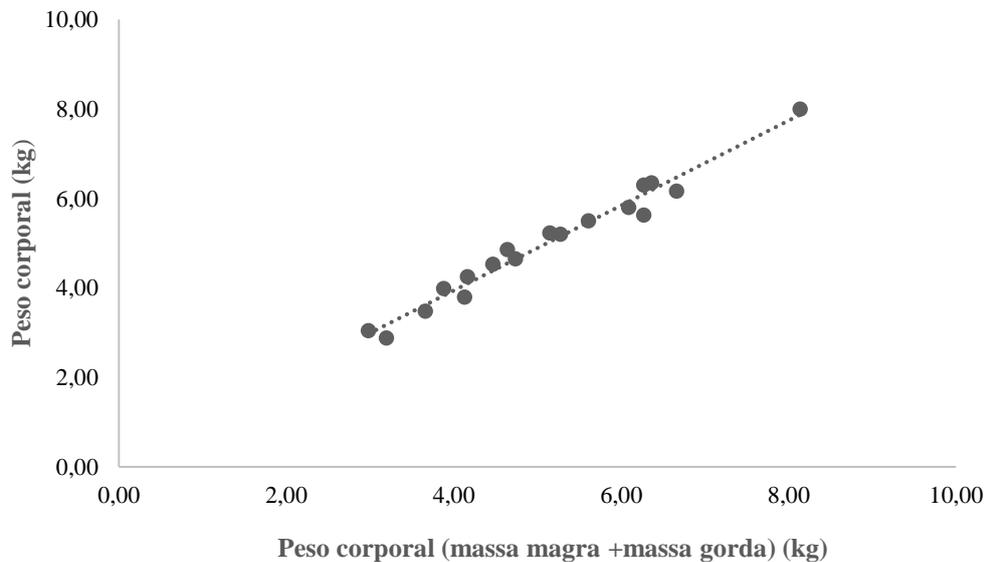
Foi averiguada correlação significativa ($p = 0,0019$) para % GC entre os métodos de ECC e medidas morfométricas (Gráfico 2). A correlação entre o PC obtido por pesagens e o somatório da massa magra corporal magra e massa corporal gorda (kg), obtidas pelas medidas morfométricas também foram significativas ($p < 0,0001$ e $R^2 = 0,97$) (gráfico 3).

Gráfico 2 - Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida por meio das medidas morfométricas e escore de condição corporal. $Y = 0,6885x + 12,484$ e $r^2 = 0,68$. $N = 18$ gatos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

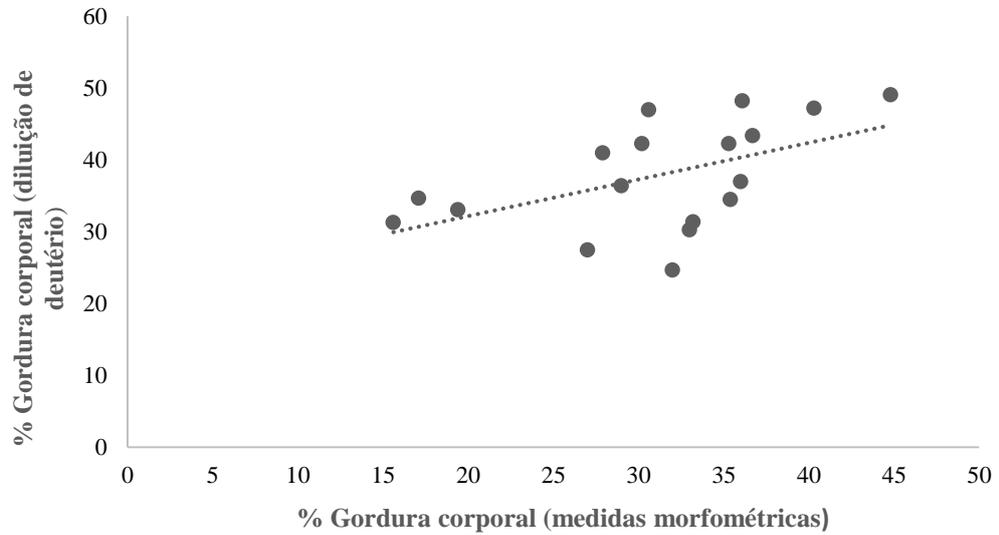
Gráfico 3 - Correlação entre o peso corporal (kg) obtido em balança digital e o somatório da massa magra e massa gorda obtidas por meio das medidas morfométricas. $Y = 0,9498x + 0,1425$ e $r^2 = 0,9738$. $N = 18$ gatos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

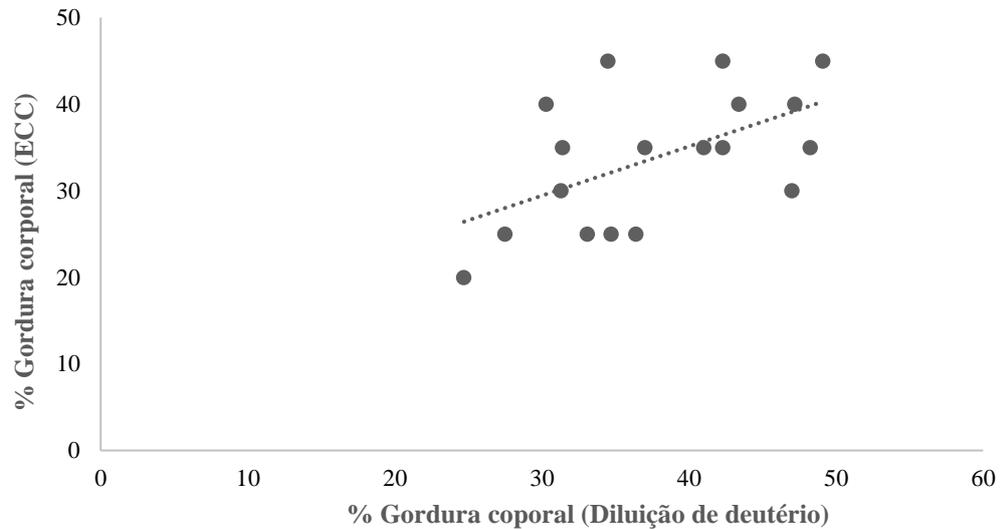
A correlação para GC observada por meio da morfometria e pelo método de diluição de deutério foi significativa ($p = 0,0229$) (Gráfico 4). A correlação para % GC obtida por ECC e método de diluição de deutério foi significativa ($p = 0,0188$) (Gráfico 5).

Gráfico 4 - Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida por meio das medidas morfométricas e diluição de deutério. $Y = 0,5099x + 22,005$ e $r^2 = 0,53$. $N = 18$ gatos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

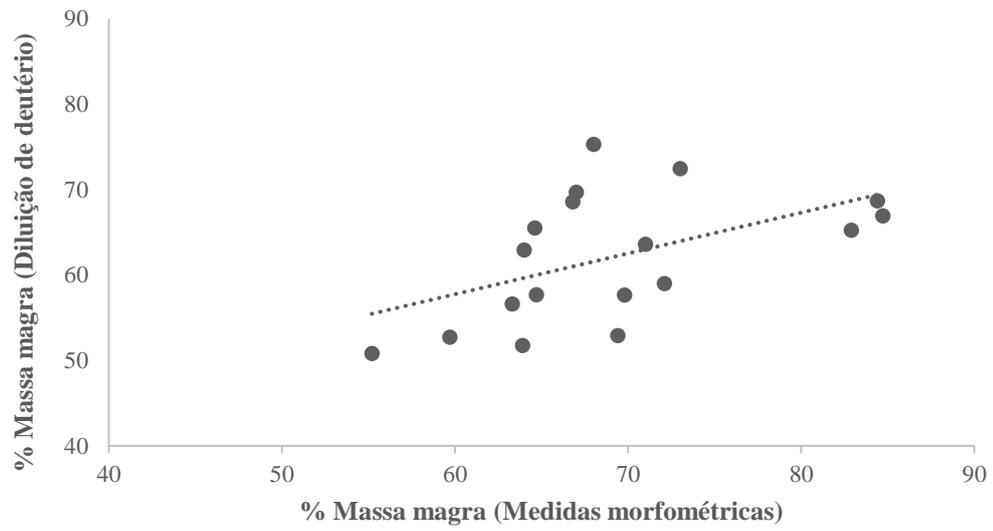
Gráfico 5 - Correlação entre o percentual de gordura corporal obtida do escore de condição corporal e diluição de deutério. $Y = 0,5676x + 12,4$ e $r^2 = 0,54$. $N = 18$ gatos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

Com relação ao percentual de massa magra observada por meio das medidas morfométricas e diluição de deutério foi possível observar correlação significativa entre os dois métodos ($p = 0,0286$) (gráfico 6).

Gráfico 6 - Correlação entre o percentual de massa magra obtida por meio das medidas morfométricas e diluição de deutério. $Y = 0,4769x + 29,12$ e $r^2 = 0,26$. $N = 18$ gatos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

5 DISCUSSÃO

Segundo German e Martin (2008), o ECC é um dos principais métodos utilizados para estimar a gordura corporal de cães e gatos. Contudo, devido às limitações do método, outros métodos complementares são requeridos na rotina clínica de animais de companhia. Por ser um método não invasivo e fácil de ser utilizado, as medidas morfométricas podem ser uma alternativa para ser utilizada em substituição ou em conjunto com ao ECC.

Os achados do presente trabalho constataram uma correlação significativa para % GC entre os métodos de medidas morfométricas sugeridas por Witzel (2014) e ECC, ambos compatíveis com o método de diluição de deutério, considerado como frequentemente como método de referência. Outro achado importante que mostra coerência das medidas morfométricas é alta correlação entre o PC obtido pela balança digital e o PC dos animais determinado por meio do somatório da massa magra e massa gorda obtidos por meio das medidas morfométricas (gráfico 3).

Apesar do método de composição corporal por meio da morfometria sugerida por Witzel (2014) ter sido desenhada considerando animais com sobrepeso ou obesos, foram utilizados no presente estudo gatos com escore considerado ideal e sobrepeso (escores 4, 5 e 6). Ainda assim, verificou-se correlação significativa dos métodos estudados. No entanto, é preciso considerar que correlação mais alta poderia ter sido verificada entre ECC e medidas morfométricas, caso tivessem sido empregados apenas gatos obesos.

No presente estudo, houve pouca variação nas seguintes medidas: diâmetro da cabeça, circunferência do membro anterior, comprimento do membro anterior e posterior. Esta constatação foi favorável ao uso do método em gatos, considerando que em cães existe grande variação nas mensurações anatômicas e tamanho entre as raças, o que já foi considerado um ponto limitante para se utilizar as medidas morfométricas na espécie canina (Witzel *et al.*, 2014). As principais variações verificadas no presente estudo ocorreram nas medidas de diâmetro do tórax e comprimento do corpo. Ainda assim, em comparação com os cães, os gatos apresentam pouca variação nas mensurações anatômicas.

A precisão das mensurações morfométricas pode ser interferida diretamente pelo temperamento dos animais durante as coletas das medidas, pois gatos agitados ou em situações de estresse podem dificultar as mensurações (SANTAROSSA; PARR; VERBRUGHE, 2017). No presente estudo, poucos gatos (5/18) se apresentaram muito agitados durante a avaliação e demandaram maior tempo de coleta ou precisaram de uma segunda avaliação. Contudo, um ponto importante a ser levado em consideração é o ambiente

em que os animais estavam durante a avaliação morfométrica, que foi a domicílio, e por isso, os animais se mostraram menos estressados, em comparação ao ambiente clínico que frequentemente pode levar a um comportamento agressivo nesta espécie.

Outro ponto importante do estudo a ser destacado foi a impossibilidade de padronizar e temperatura ambiental durante as coletas do experimento, em função delas terem ocorrido nas casas dos proprietários, na maioria das vezes. As temperaturas mais elevadas podem ter provocado evaporação parcial da saliva dos animais durante as coletas e, conseqüentemente, provocado alterações nas concentrações de isótopo nas amostras. Desse modo, a análise do percentual de massa magra e massa gorda por meio da diluição de deutério, utilizando saliva, deve ser melhor avaliada em ambiente fechado e climatizado.

6 CONCLUSÃO

O uso das medidas morfométricas elaboradas se mostrou ferramenta válida para avaliação da composição corporal em gatos adultos com diferentes escores de condição corporal, sobretudo na rotina clínica e animais domiciliados. Sendo, portanto, um método alternativo ou que pode ser utilizado conjuntamente com o escore de condição corporal durante as consultas ou para avaliações periódicas da condição corporal como ocorre em pacientes submetidos à programas de perda de peso.

REFERÊNCIAS

- BAEZ, Jennifer L. et al. A prospective investigation of the prevalence and prognostic significance of weight loss and changes in body condition in feline cancer patients. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 9, n. 5, p. 411-417, 2007.
- BROOKS, Dawn et al. 2014 AAHA weight management guidelines for dogs and cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 50, n. 1, p. 1-11, 2014.
- BURKHOLDER, William J. Precision and practicality of methods assessing body composition of dogs and cats. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 23, n. 9, p. 1-10, 2001.
- BURKHOLDER, William J. Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 217, n. 5, p. 650-654, 2000.
- BURKHOLDER, William J.; THATCHER, Craig D. Validation of predictive equations for use of deuterium oxide dilution to determine body composition of dogs. **American journal of veterinary research**, v. 59, n. 8, p. 927-937, 1998.
- CLINE, Martha G. et al. 2021 AAHA Nutrition and Weight Management Guidelines for Dogs and Cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 57, n. 4, p. 153-178, 2021.
- CSIZMADI, Ilona et al. The Sedentary Time and Activity Reporting Questionnaire (STAR-Q): reliability and validity against doubly labeled water and 7-day activity diaries. **American journal of epidemiology**, v. 180, n. 4, p. 424-435, 2014.
- DIEZ, Marianne; NGUYEN, Patrick. Obesity: epidemiology, pathophysiology and management of the obese dog. **Encyclopedia of canine clinical nutrition**, p. 2-53, 2006.
- DUCATTI, Carlos et al. Utilização de isótopos estáveis em ruminantes. **Revista brasileira de zootecnia**, p. 68-75, 2011.
- ELLIS, Kenneth J.; WONG, William W. Human hydrometry: comparison of multifrequency bioelectrical impedance with $2H_2O$ and bromine dilution. **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3, p. 1056-1062, 1998.
- FREEMAN, L. M. Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 26, n. 1, p. 3-17, 2012.
- GERMAN, A. J.; MARTIN, L. Feline obesity: epidemiology, pathophysiology and management. **Encyclopedia of Feline Clinical Nutrition, 1st ed.; Biourge, V., Elliot, D., Pibot, P., Eds**, p. 4-43, 2008.

GERMAN, A. J.; MORGAN, L. E. How often do veterinarians assess the bodyweight and body condition of dogs?. **Veterinary Record**, v. 163, n. 17, p. 503-505, 2008.

GERMAN, Alexander J. et al. Changes in body composition during weight loss in obese client-owned cats: loss of lean tissue mass correlates with overall percentage of weight lost. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 10, n. 5, p. 452-459, 2008.

GERMAN, Alexander J. The growing problem of obesity in dogs and cats. **The Journal of nutrition**, v. 136, n. 7, p. 1940S-1946S, 2006.

GOLONI, Camila et al. Validation of saliva and urine use and sampling time on the doubly labelled water method to measure energy expenditure, body composition and water turnover in male and female cats. **British Journal of Nutrition**, v. 124, n. 4, p. 457-469, 2020.

JEUSETTE, Isabelle et al. Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. **Research in Veterinary Science**, v. 88, n. 2, p. 227-232, 2010.

LAFLAMME, D. Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. **Feline Pract**, v. 25, p. 13-18, 1997.

MICHEL, Kathryn E. et al. Correlation of a feline muscle mass score with body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. **British Journal of Nutrition**, v. 106, n. S1, p. S57-S59, 2011.

PACE, Nello. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. **J Biol Chem**, v. 158, p. 685-691, 1945.

PARK, Jonghoon et al. Estimating free-living human energy expenditure: Practical aspects of the doubly labeled water method and its applications. **Nutrition research and practice**, v. 8, n. 3, p. 241-248, 2014.

SANTAROSSA, Amanda; PARR, Jacqueline M.; VERBRUGGHE, Adronie. The importance of assessing body composition of dogs and cats and methods available for use in clinical practice. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 251, n. 5, p. 521-529, 2017.

SCHOELLER, Dale A. Human Body Composition. **Hydrometry**, v. 2, p. 35-49, 1996.

WITZEL, Angela L. et al. Use of a morphometric method and body fat index system for estimation of body composition in overweight and obese cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 244, n. 11, p. 1285-1290, 2014.

WITZEL, Angela L. et al. Use of a novel morphometric method and body fat index system for estimation of body composition in overweight and obese dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 244, n. 11, p. 1279-1284, 2014.

WSAVA NUTRITIONAL ASSESSMENT GUIDELINES TASK FORCE MEMBERS et al. WSAVA nutritional assessment guidelines. **Journal of Feline Medicine & Surgery**, v. 13, n. 7, p. 516-525, 2011.

ZANGHI, Brian M. et al. Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in cats. **American journal of veterinary research**, v. 74, n. 5, p. 721-732, 2013.

ANEXO A – GUIA PARA CLASSIFICAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL (LAFLAMME, 1997)

ESCORE	CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO	GORDURA CORPORAL ESTIMADA (%)	% PC ABAIXO OU ACIMA DO ECC 5 DE PONTOS
9 PONTOS			
1. Extremamente magro	Proeminências ósseas e costelas visíveis e facilmente palpáveis, sem camada de gordura. Visto lateralmente, curvatura abdominal severamente marcada e visto por cima, apresenta forma exageradamente acentuada de ampulheta.	≤ 10%	- ≥ 40%
2. Muito magro	Proeminências ósseas e costelas visíveis em gatos de pelo curto, facilmente palpáveis, sem camada de gordura. Visto da lateral, curvatura abdominal extrema e, visto por cima, apresenta forma acentuada de ampulheta.	5-15 %	- 30-40%
3. Magro	Proeminências ósseas e costelas facilmente palpáveis, com uma fina camada de gordura. Visto da lateral, apresenta curvatura abdominal acentuada e, visto por cima, apresenta curvatura evidente.	10-20 %	- 20-30%
4. Ligeiramente abaixo do peso	Proeminências ósseas e costelas facilmente palpáveis, com uma fina camada de gordura. Visto da lateral, apresenta curvatura abdominal e visto por cima, cintura bem proporcional.	15-25%	-10-15%
5. Ideal	Proeminências ósseas e costelas palpáveis, com uma ligeira camada de gordura. Visto da lateral, apresenta curvatura abdominal e visto por cima, cintura bem proporcional.	20-30%	0 %

6. Peso ligeiramente acima do normal	Proeminências ósseas e costelas palpáveis sob uma camada de gordura moderada. Curvatura abdominal e cintura menos pronunciadas. Um reduzido depósito de gordura abdominal pode ser palpado	25-35%	+ 10%
7. Acima do peso	Proeminências ósseas e costelas palpáveis sob uma camada moderada de gordura. Visto da lateral sem curvatura abdominal e visto por cima não apresenta cintura. Um moderado depósito de gordura abdominal pode ser palpável.	30-40%	+ 20%
8. Obeso	É muito difícil palpar proeminências ósseas e costelas, que estão sob uma camada espessa de gordura. Visto da lateral apresenta protuberância ventral pendular de depósito de gordura. Visto por cima, região lombar larga.	35-45%	+30%
9. Excessivamente obeso	É muito difícil palpar proeminências ósseas e costelas, que estão sob uma camada espessa de gordura. Visto da lateral, grande protuberância ventral pendular com amplos depósitos de gordura abdominal. Visto por cima, região lombar acentuadamente larga. Depósitos de gordura ao redor da face, pescoço e membros.	> 45%	+40%

**ANEXO B – MEDIDAS MORFOMÉTRICAS PARA COMPOSIÇÃO
CORPORAL DE GATOS (WITZEL ET AL., 2014)**

MEDIÇÃO	DESCRIÇÃO
Comprimento do corpo	Do plano nasal à base da cauda (nível aproximado de S2-S3); Fita colocada junto o dorso, seguindo as curvaturas naturais do corpo.
Circunferência torácica	Em torno do tórax no nível da quarta à sexta costelas.
Comprimento do membro posterior	Do aspecto proximal da almofada metatarsal até a ponta proximal do tubérculo do calcâneo.
Comprimento do membro anterior	Do aspecto proximal da almofada metacarpal até a ponta proximal do olecrano.
Circunferência do membro anterior	Eixo médio ao redor do rádio.
Circunferência da cabeça	Ponto mais largo da cabeça entre os olhos e as orelhas.