

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA

INTERVALOS DE REFERÊNCIA PARA GASES E ELETRÓLITOS DE
SANGUE VENOSO DE GATOS SAUDÁVEIS

Felipe Yuji Okano

Porto Alegre, 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

**INTERVALO DE REFERÊNCIA PARA GASES E ELETRÓLITOS DE SANGUE
VENOSO DE GATOS SAUDÁVEIS**

Autor: Felipe Yuji Okano

Monografia apresentada à Faculdade de Veterinária como requisito parcial para obtenção da Graduação em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof^a Dra. Stella de Faria Valle

Coorientadora: Laura Victoria Quishpe Contreras

Porto Alegre, 2021

CIP - Catalogação na Publicação

OKANO, FELIPE YUJI
INTERVALOS DE REFERÊNCIA PARA GASES E ELETRÓLITOS
DE SANGUE VENOSO DE GATOS SAUDÁVEIS / FELIPE YUJI
OKANO. -- 2021.
24 f.
Orientadora: STELLA DE FARIA VALLE.

Coorientadora: LAURA VICTORIA QUISHPE CONTRERAS.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Veterinária, Curso de Medicina Veterinária, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. GATOS. 2. HEMOGASOMETRIA. 3. ELETRÓLITOS. 4.
VALORES DE REFERÊNCIA. I. VALLE, STELLA DE FARIA,
orient. II. CONTRERAS, LAURA VICTORIA QUISHPE,
coorient. III. Título.

Porto Alegre, 2021

Felipe Yuji Okano

**INTERVALO DE REFERÊNCIA PARA GASES E ELETRÓLITOS DE SANGUE
VENOSO DE GATOS SAUDÁVEIS**

Aprovado em 19 MAIO 2021

APROVADO POR:

Profª Dra. Stella de Faria Valle
Orientador e Presidente da Comissão

Profª Dra. Fernanda Vieira Amorim da Costa
Membro da Comissão

MSc. Bruno Albuquerque de Almeida
Membro da comissão

Porto Alegre, 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Prof^ª Dra. Stella de Faria Valle pelos quase cinco anos de trabalho e aprendizado.

Agradeço aos meus pais e familiares por todo o suporte emocional e financeiro, compreensão e dedicação.

Agradeço a todos os amigos, médicos veterinários, professores, doutorandos, mestrandos, residentes, técnicos e colegas, pelas experiências maravilhosas, pelos ensinamentos e pelo convívio ao longo da graduação.

Agradeço a todos os cientistas e profissionais da saúde pela dedicação e trabalho.

Educação não transforma o mundo.

Educação muda as pessoas.

Pessoas transformam o mundo.

(Freire Reglus Neves, Paulo)

RESUMO

Foi realizada a determinação de intervalos de referência (IRs) de hemogasometria e eletrólitos de sangue venoso de gatos saudáveis atendidos no Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS (HCV - UFRGS) no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2020, dos gatos selecionados, 29 machos e 26 fêmeas, sendo todos os animais classificados como sem raça definida (SRD). A coleta de sangue para determinação do IR foi realizada com seringa contendo heparina de lítio (B-D A-Line) nas veias safena medial ou cefálica de 55 gatos de qualquer raça, sexo, estado reprodutivo e idade. Os exames laboratoriais foram realizados no Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias (LACVet-UFRGS) e os 12 parâmetros avaliados foram: pH, PCO_2 , PO_2 , BE_{ECF} , HCO_3^- , TCO_2 , SO_2 , Na^+ , K^+ , iCa , Cl^- e Ânion gap, sendo analisados imediatamente após a coleta. As 55 amostras de sangue venoso foram incluídas na análise estatística para cálculo de IRs para gases e eletrólitos de sangue venoso e a partir delas foi possível estabelecer os intervalos dos 12 parâmetros propostos. Os IRs determinados apresentam certa semelhança com os presentes na literatura, no entanto, devido ao maior número amostral, sugere-se a utilização dos nossos resultados em locais onde ainda não tenham sido determinados IRs locais.

Palavras-chave: Gatos. Hemogasometria. Eletrólitos. Intervalo de referência.

ABSTRACT

The determination of reference intervals (IRs) of hemogasometry and venous blood electrolytes of healthy cats treated at the Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS (HCV - UFRGS) from January 2020 to December 2020, of the selected cats, 25 males and 29 females, all animals being classified as mixed breed (SRD). Blood collection for IR determination was performed with a syringe containing lithium heparin (B-D A-Line) in the medial or cephalic saphenous veins of 55 cats of any breed, sex, reproductive status and age. Laboratory tests were performed at the Laboratório de Análises Clínicas da UFRGS (LACVet-UFRGS) and the 12 parameters evaluated were: pH, PCO₂, PO₂, BE_{ECF}, HCO₃⁻, TCO₂, SO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Cl⁻ e Ânion gap, being analyzed immediately after collection. The 55 samples of venous blood were included in the statistical analysis for calculating IRs for gases and electrolytes of venous blood and from them it was possible to establish the intervals of the 12 proposed parameters. The determined IRs show some similarity with those found in the literature, however, due to the larger sample size, it is suggested to use our results in places where local IRs have not yet been determined.

Keywords: Cat. Blood gas analysis. Electrolytes. Reference interval.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características de distúrbios ácido-básicos primários	13
Tabela 2 - Média (desvio padrão) ou mediana (amplitude, min-max) de idade, gases e eletrólitos de sangue venoso de gatos saudáveis.	18
Tabela 3 - Estatística descritiva e intervalos de referência para os gases e eletrólitos sanguíneos de 55 gatos saudáveis.	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
	1.1 Objetivos	10
	1.2 Justificativa	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
	2.1 Equilíbrio Ácido-Básico	12
	2.2 Distúrbios Ácido-Básicos	12
	2.3 Determinação de IR	13
	2.3.1 Guidelines da ASVCP	13
	2.3.1.1 Número de animais	14
	2.3.1.2 Estado de saúde e idade	14
	2.4 Intervalo de referência	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
	3.1 Local e período de estudo	15
	3.2 Critérios de inclusão e exclusão	15
	3.3 Coleta das amostras de sangue	15
	3.4 Análise estatística	16
4	RESULTADOS	17
5	DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÃO	22
7	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

Conforme SABES (2017, p.1084), “o método mais adequado e eficaz para a detecção das alterações do equilíbrio ácido básico dos fluidos orgânicos consiste na hemogasometria, que mensura gases sanguíneos, do pH e do bicarbonato”. Em hemogasometria, o sangue arterial é a amostra de eleição para a avaliação dos distúrbios respiratórios primários ou da função pulmonar. Contudo, o sangue venoso pode ser utilizado para fornecer informações acerca da perfusão tecidual e do estado ácido-base (GOMES; MALSHITSKY; NATALINI, 2013).

Na rotina da medicina veterinária, as ferramentas hemogasométricas ainda são pouco utilizadas, sendo muitas vezes restritas a grandes centros ou hospitais escola, devido a falta da disponibilidade de equipamento ou, até mesmo, pelo desconhecimento de sua importância (SCHAEFER, 2017). Ainda, é recomendado que o IR utilizado na gasometria de cães e gatos seja estabelecido no laboratório que realiza a análise, para padronização de todos os procedimentos e análises (DIBARTOLA, 2012). A maioria dos estudos é realizada em cães, sendo escassa a literatura de valores para intervalos de referência em gatos (SCHAEFER, 2017).

1.1 Objetivos

Determinar intervalos de referência para os parâmetros de Solubilidade e Pressão de O₂ e de CO₂, pH, Sódio, Potássio, Cálcio ionizado e Cloro pelo equipamento de hemogasometria em amostras de sangue venoso de gatos saudáveis atendidos em um hospital veterinário escola.

1.2 Justificativa

Apenas alguns estudos investigaram os intervalos de referência de gases no sangue venoso felino e foram estabelecidos em pequenos grupos de cinco, oito, dez, treze e vinte e quatro animais, respectivamente (TAMURA *et al.*, 2015, HOPPER *et al.*, 2014, HERBERT; MITCHELL, 1971, MIDDLETON; ILKIW; WATSON, 1981, BACHMANN *et al.*, 2016). Dos estudos existentes, o intervalo mais consistente foi estabelecido na Suíça, utilizando 24 animais na Vetsuisse Faculty, University of Zurich,

Winterthurerstrasse (BACHMANN *et al.*, 2016). Porém, devido as possíveis características populacionais e técnicas analíticas, poderia haver variações desses intervalos de referência quando comparados aos felinos brasileiros.

Um limitante frequentemente observado em outros estudos determinando IRs é o número de gatos incluídos. Os intervalos de referência devem se basear no maior número amostral possível. Enquanto na medicina humana são necessárias no mínimo de 120 amostras, as diretrizes da American Society for Veterinary Clinical Pathology (ASVCP) para a determinação de um IR em medicina veterinária desaconselham o cálculo de um IR com tamanho de amostra inferior a 20 e recomendam um tamanho de amostra de ≥ 40 indivíduos (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

Sendo assim, este estudo pretende determinar os IRs para gases e eletrólitos de sangue venoso em felinos saudáveis conforme as últimas recomendações metodológicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Equilíbrio Ácido-Básico

A manutenção dos constituintes físico-químicos do organismo dentro de uma estreita faixa de variação, mesmo quando ocorrem modificações acentuadas no meio ambiente externo, é denominada homeostasia. Eventualmente, os referidos constituintes sofrem alterações provocadas pelo calor, frio, pelo jejum e, principalmente, pelo exercício. (SILVA *et al.*, 2009).

O sistema tampão de ácido carbônico (H_2CO_3) - bicarbonato (HCO_3^-) é o sistema tampão extracelular mais eficiente. Baseia-se na baixa dissociação do ácido carbônico (pKa 6,1), no pH do compartimento intra e extravascular e no fato de ser um sistema aberto, pela eliminação do CO_2 pelos pulmões. Sua eficiência é potencializada pela ação da anidrase carbônica, que acelera a hidratação do anidrido carbônico (CO_2) em ácido carbônico. Altas concentrações de anidrase carbônica ocorrem em muitos tecidos, incluindo o túbulo renal. A relação entre CO_2 , H_2CO_3 e HCO_3^- é expressa na seguinte equação (BRAUN; LEFEBVRE, 2008):



Os tampões intra e extracelulares, os pulmões e os rins formam os três sistemas que mantêm a homeostase ácido-básica do organismo. As rápidas correções no pH sanguíneo, são realizadas pelos tampões e pelos pulmões, enquanto os rins controlam a homeostase ácido-básica, excretando o excesso de íons de hidrogênio (H^+) a longo prazo. Vários tampões intra e extracelulares titulam o H^+ para manter um pH fisiológico, como a hemoglobina (Hb^-) e outras proteínas, o carbonato ósseo, o fosfato e o bicarbonato (HCO_3^-). Estes tampões normalizam o pH rapidamente após alterações agudas na carga ácida (JILL, 2014).

2.2 Distúrbios Ácido-Básicos

A acidose e a alcalose podem ser ambas de origem metabólica ou respiratória e, como resultado, existem quatro distúrbios ácido-básicos: acidose metabólica, alcalose metabólica, acidose respiratória e alcalose respiratória. Os distúrbios metabólicos

referem-se a um excesso ou déficit de ácido não volátil ou fixo, enquanto o respiratório refere-se distúrbios ao excesso líquido ou déficit de ácido voláteis (DIBARTOLA, 2012).

Na maior parte das doenças, os pulmões e os rins mantêm o pH dentro de limites toleráveis, a partir de sistemas de tamponamento, mas, em alguns casos graves, esses mecanismos homeostáticos podem ser insuficientes, podendo ocorrer alterações no pH, com risco de morte. No diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas, é importante compreender que a mudança no pH do sangue é provocada por uma alteração primária, seguida por mudanças compensatórias. Como o organismo tenta corrigir a alteração, frequentemente o clínico precisa diferenciar entre a causa primária do problema e as alterações compensatórias (ROBINSON, 2014).

Tabela 1 - Características de distúrbios ácido-básicos primários

Distúrbio	Acidose metabólica	Alcalose metabólica	Acidose respiratória	Alcalose respiratória
pH	↓	↑	↓	↑
[H ⁺]	↑	↓	↑	↓
Distúrbio primário	↓ [HCO ₃]	↑ [HCO ₃]	↑ PCO ₂	↓ PCO ₂
Resposta compensatória	↓ PCO ₂	↑ PCO ₂	↑ [HCO ₃]	↓ [HCO ₃]

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de De Moraes, DIBARTOLA, 2012.

2.3 Determinação de IR

Segundo a ASVCP, é preciso definir a população de referência de interesse, bem como os critérios usados para confirmar a saúde em indivíduos selecionados desta população (seleção, inclusão, exclusão). Os dados demográficos da população de referência devem ser representantes da população de pacientes para a qual o VR será usado para tomar decisões clínicas (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

2.3.1 Guidelines da ASVCP

Para determinação de um IR a partir de populações clínicas, um questionário deve ser criado objetivando estabelecer se um indivíduo está em conformidade com os critérios de seleção, se pertence a um subgrupo, ou se deve ser excluído (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

2.3.1.1 Número de animais

Os IRs devem se basear no maior número amostral possível. Enquanto na medicina humana são necessárias no mínimo 120 amostras, as diretrizes da ASVCP para a determinação de um IR em medicina veterinária desaconselham o cálculo com tamanho de amostra inferior a 20 e recomendam um tamanho de amostra superior a 40 indivíduos (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

2.3.1.2 Estado de saúde e idade

Os IRs compreendem 95% da população saudável. Desde a sua introdução, o IR de base populacional tornou-se uma das ferramentas de laboratório mais comumente utilizadas clinicamente no processo de tomada de decisões (HORN; PESCE, 2005).

Ao estabelecer critérios de exclusão pelos quais seleciona-se indivíduos de referência, o objetivo é alcançar um grupo mais representativo de animais saudáveis e de diversas idades. Os IRs hospitalares são ideais para interpretação porque são gerados em animais semelhantes às condições da população; os mesmos fatores estressantes associados a um ambiente hospitalar estão presentes para grupos de referência e de pacientes (WALTON, 2001).

2.4 Intervalo de referência

Limites de referência extremos do IR, são definidos de modo que o IR contenha uma proporção especificada de valores de uma população de referência (FRIEDRICHS *et al.*, 2012). Um IR é construído utilizando os dados de 95% da população selecionada.

Métodos estatísticos robustos são recomendados quando ≥ 40 e < 120 amostras de referência estão disponíveis e sua distribuição é não paramétrica. O método robusto utiliza um processo iterativo para estimar a localização e disseminação de dados. Embora métodos robustos não façam requerimento de distribuições gaussianas, eles têm melhor desempenho quando os dados são distribuídos simetricamente. *Bootstrap* métodos devem ser usados para determinar o IC de 90% (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local e período de estudo

O estudo prospectivo ocorreu utilizando felinos domésticos em um hospital veterinário escola durante o período de janeiro de 2020 a dezembro de 2020. O projeto foi aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais (protocolo CEUA nº 38328) e os tutores responsáveis concordaram com a participação dos seus animais mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão utilizados foram: (i) animais que buscaram atendimento no hospital escola ou vieram especificamente para participação neste estudo; (ii) o motivo para atendimento hospitalar era realização de *check-up* ou procedimento cirúrgico eletivo; e (iii) animais que estavam com a vermifugação e vacinação atualizadas. Os critérios de exclusão foram: (i) animais que apresentaram alguma alteração no exame clínico, hematológico (Hemograma completo, Albumina, Alanina aminotransferase, Creatinina, Fosfatase Alcalina, Uréia, Proteína Plasmática) ou ultrassonográfico; (ii) animais que possuíam histórico de doença ou tratamento recente (<2 semanas); e (iii) animais que estavam gestando ou lactando. Amostras com alterações que pudessem interferir na análise foram novamente coletadas (quantidade inadequada, hemólise, lipemia, presença de coágulo e bolha na amostra).

3.3 Coleta das amostras de sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada de forma tranquila com o animal contido fisicamente com toalhas, seguindo todos os protocolos do Setor de Medicina Felina do Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV-UFRGS), que possui selo Cat Friendly Practice outorgado pela American Association of Feline Practitioners - AAFP (RODAN *et al.*, 2011). Não foi padronizado nenhum horário para o jejum dos animais. A coleta de sangue foi realizada com seringa contendo heparina de lítio (B-D A-Line) na veia safena medial ou cefálica.

A amostra coletada (0,6 mL) foi imediatamente encaminhada ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias (LACVet-UFRGS, *in-house*), sendo analisada no equipamento de hemogasometria Cobas b 121 (Roche Omni C). Os 12 parâmetros

analisados foram: pH, PCO₂, PO₂, BE_{ECF}, HCO₃⁻, TCO₂, SO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Cl⁻ e Ânion gap.

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas usando o software MedCalc Statistical (versão 14.8.1, MedCalc Software bvba, Ostend, Bélgica). Os valores de P foram considerados significativos quando menores que 0,05. As análises utilizadas para definir os IRs foram realizadas de acordo com o guideline da ASVCP (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

Em um primeiro momento, as variáveis laboratoriais obtidas no aparelho analisador de gases e eletrólitos sanguíneos foram testadas para normalidade. A comparação entre sexos usou o Teste T independente para variáveis paramétricas e o Teste U de Mann Whitney para não paramétricas.

Após a verificação da distribuição gaussiana e testagem para identificação de outliers, a determinação dos intervalos de referência foi realizada conforme recomendações do ASVCP (FRIEDRICHS *et al.*, 2012). Devido a não normalização dos dados após transformação logarítmica, os intervalos de referência das variáveis pH e iCa foram determinados utilizando o método robusto, enquanto as outras variáveis foram determinadas pelo método paramétrico. Os resultados foram descritos utilizando média, mediana, valores mínimos e máximos e intervalos de referência com intervalos de confiança (90%).

4 RESULTADOS

Um total de 79 amostras de sangue venoso foram inicialmente consideradas no projeto. No entanto, vinte e cinco (25) animais foram excluídos devido à presença de alterações clínicas, laboratoriais e ultrassonográficas. Ainda, apenas um animal não apresentava a leitura do Na^+ , e embora contactada a proprietária, ela não retornou para realizar nova coleta e assim o animal não foi usado para determinação do IR do sódio. Nenhuma outra amostra apresentou alguma fonte de erro pré-analítico e precisou ser novamente coletada. Não houve valores outliers nos parâmetros de distribuição paramétrica quando submetidos ao teste do desvio extremo generalizado (Generalized ESD test), os valores obtidos dos 54 gatos podem ser consultados na Tabela Suplementar 1.

A população selecionada para determinação dos IRs era composta por 25 machos e 29 fêmeas. Todos os animais utilizados para este estudo não possuíam raça definida. Nenhuma das fêmeas estava gestante ou lactante no momento das análises. Os parâmetros BE_{ecf} , HCO_3^- e TCO_2 encontravam-se moderadamente menores e os eletrólitos K^+ e Cl^- encontravam-se moderadamente mais concentrados nas fêmeas (Tabela 2), porém, não foi observada justificativa para este achado e o IR foi construído a partir do conjunto de dados composto por ambos os sexos (Tabela 3).

Tabela 2 - Média (desvio padrão) ou mediana (amplitude, min-max) da idade, gases e eletrólitos de sangue venoso de gatos saudáveis.

Parâmetros	Fêmeas (n=29)		Machos (n=25)		P-valor	Efeito do tamanho
	Média (desvio padrão)	Mediana (amplitude)	Média (desvio padrão)	Mediana (amplitude)		
Idade (anos)	5.3	4.0	6.6	4.4	0.199	0.309
pH*	7.352	7.172 até 7.417	7.362	7.236 até 7.438	0.094	0.465
PCO ₂	35.4	3.9	36.3	3.6	0.676	0.240
PO ₂	43.3	6.9	41.9	6.2	0.541	0.213
BE _{ecf}	-7.0	1.92	-5.6	2.3	0.009	0.660
HCO ₃	18.7	1.3	19.9	1.9	0.019	0.737
TCO ₂	19.8	1.4	21.0	2.0	0.022	0.695
SO ₂	73.2	9.9	72.7	8.5	0.919	0.054
Na	151.6	2.0	151.3	1.79	0.645	0.158
K	4.0	0.4	3.8	0.3	0.030	0.565
iCa*	1.36	0.05	1.37	0.08	0.903	0.031
Cl	116.9	1.8	115.9	1.7	0.031	0.571
Anion gap	19.8	1.7	19.2	2.1	0.317	03.14

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).*Dados não paramétricos.

Tabela 3 - Estatística descritiva e intervalos de referência para os gases e eletrólitos sanguíneos de 54 gatos saudáveis.

Parâmetro	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Intervalo de referência	
					RL inferior (90%CI)	RL superior (90% CI)
pH*	7.348	7.355	7.172	7.438	7.276 (7.252 até 7.298)	7.442 (7.419 até 7.462)
PCO ₂	35.8	36.1	28.5	47.1	29.9 (28.7 até 31.2)	42.9 (41.1 até 44.7)
PO ₂	42.5	41.8	30.5	62.9	31.7 (29.2 até 34.3)	53.2 (50.7 até 55.8)
BE _{ecf}	-6.3	-5.8	-13	-1.3	-9.9 (-10.7 até -9.0)	-2.7 (-3.6 até -1.9)
HCO ₃	19.4	19.4	15.5	23.8	16.5 (15.8 até 17.2)	22.2 (21.5 até 22.9)
TCO ₂	20.5	20.4	16.6	25.0	17.5 (16.8 até 18.2)	23.4 (22.7 até 24.1)
SO ₂	72.7	73	46.2	89.7	57.3 (53.6 até 60.9)	88.0 (84.4 até 91.7)
Na	151.4	151.6	146.3	156.0	148.3 (147.5 até 149.0)	154.5 (153.8 até 155.3)
K	3.9	3.9	3.07	4.9	3.3 (3.1 até 3.4)	4.5 (4.3 até 4.6)
iCa*	1.37	1.37	1.25	1.67	1.25 (1.21 até 1.28)	1.48 (1.44 até 1.51)
Cl*	116.4	116.1	113.4	121.3	113.1 (112.5 até 113.7)	119.2 (118.4 até 120.0)
Ânion gap	19.5	19.7	14.8	25.1	16.4 (15.6 até 17.1)	22.7 (21.9 até 23.4)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

RL, reference limit (limite de referência). CI, confidence interval (intervalo de confiança).

*Método robusto.

5 DISCUSSÃO

Valores de referência relatados anteriormente para parâmetros ácido-base tradicionais foram semelhantes entre os estudos consultados. Entretanto, nem todos os estudos avaliaram os 12 parâmetros no mesmo analisador (TAMURA et al., 2015, HOPPER et al., 2014, HERBERT; MITCHELL, 1971, MIDDLETON; ILKIW; WATSON, 1981, BACHMANN et al., 2016).

Comparado os nossos intervalos com as referências mais utilizadas, DIBARTOLA (2012), apresenta um valor de pH com menor limite superior (7.277 a 7.409), valores mais altos de PCO_2 (32.7 a 44.7 mmHg/L), valores mais baixos de PO_2 (27 a 51 mmHg) e valores mais altos de HCO_3^- (18.0 a 23.2 mEq/L), enquanto que CARLSON e BRUSS (2008) mostram valores mais próximos dos nossos, com um menor intervalo de pH (7.31 a 7.42), valores de PCO_2 iguais (29 a 42 mmHg/L) e intervalo de HCO_3^- de 17 a 24 mEq/L, tendo pouca diferença dos nossos valores obtidos. O estudo de BACHMANN (2016), apresentou um pH com limite inferior menor que os nossos (7.244 a 7.444), valores mais altos de PCO_2 (27.3 a 49.1 mmHg/L), valores mais altos de PO_2 (33.9 a 56.3 mmHg/L) e HCO_3^- próximos aos nossos limites (16.4 a 23.6 mEq/L). Essas variações demonstram a necessidade de avaliar os exames com os valores de referência obtidos no laboratório já que uma pequena variação pode incluir ou excluir um distúrbio.

Diferenças discretas entre os resultados obtidos no estudo e nas referências podem ser explicadas também pela diferente localização geográfica, especificamente em relação à altitude, como foi demonstrado em estudos realizados em humanos (CRAPO, et al., 1999), embora não tenha sido explorado em populações felinas.

Como anteriormente listado, a variação de pH pode ser analisada em amostras armazenadas por algum período de tempo, além de variar conforme as concentrações de CO_2 e O_2 das amostras. Para valores de referência com limite superior maiores que os nossos é de se esperar que a $[\text{CO}_2]$ esteja diminuída e a $[\text{O}_2]$ aumentada, assim como a $[\text{HCO}_3^-]$ aumentada, porém como resposta compensatória de uma leve alcalinização da LEC o organismo tende a compensar com um aumento da $[\text{CO}_2]$, como consequência a diminuição da $[\text{O}_2]$ e aumento da $[\text{HCO}_3^-]$ como sendo o distúrbio primário.

Os íons de CARLSON e BRUSS (2008) mostram um maior limite superior e menor limite inferior de Na^+ (147 a 156), valores mais altos de K^+ (4.0 a 5.3) e Cl^- (115 a 123) e apenas valores para cálcio não ionizado (6.2 a 10.2). Já o estudo de BACHMANN (2016), valores mais altos de Na^+ (150.5 a 157.2) e valores próximos dos nossos de K^+ (3.11 a

4.64) e Cl^- (113 a 123). Além disso, os autores não conseguiram determinar se houve algum grau de hemólise. Em nosso estudo a hemólise é um fenômeno pouco provável, considerando a coleta realizada por pessoas treinadas, com métodos de contenção e coleta que geram o mínimo estresse ao paciente, além disso, não houve hemólise reportada pelo laboratório nas outras amostras nas quais foram realizadas as análises bioquímicas.

Toda e qualquer alteração referente à concentração sanguínea pode e tem relação direta com a alimentação e hidratação diária (BUCKLEY, *et al.*, 2011). Atualmente, se recomenda a hidratação e utilização de rações úmidas para gatos de todas as idades em função da predisposição à doença renal crônica felina, além do ajuste de hidratação referente a animais que chegam desidratados no ambulatório durante as consultas clínicas (BUCKLEY, *et al.*, 2011).

Outra resposta para a diferença de valores é o número de animais utilizados para o estudo, na qual foram apenas 54 animais. Mesmo que seja comum em estudos veterinários, os VRs devem se basear no maior número amostral possível (FRIEDRICHS *et al.*, 2012).

Ainda não existe nenhum estudo sobre a prevalência de raças de gatos no sul do estado, um estudo realizado com 493 gatos do sul do Brasil mostra que a grande maioria dos felinos são SRD (COSTA *et al.*, 2017). Comparando com o estudo de Bachmann, que utilizou 24 gatos de diferentes raças, nosso estudo se mostra mais coeso com a característica dos gatos do sul do país. (BACHMANN *et al.*, 2016).

6 CONCLUSÃO

Este estudo determinou IRs para pH, PCO₂, PO₂, BE_{ECF}, HCO₃⁻, TCO₂, SO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Cl⁻ e anion gap de sangue venoso de felinos saudáveis. Embora os IRs sejam próximos aos previamente descritos, nosso estudo apresenta uma maior população avaliada e está de acordo com as novas recomendações metodológicas para determinação de IRs. Ainda, como achado secundário não esperado, foi observada moderada concentração dos eletrólitos K⁺ e Cl⁻ em fêmeas, entretanto não foi encontrado nenhum significado biológico.

7 REFERÊNCIAS

- BACHMANN, K. *et al.* Determination of reference intervals and comparison of venous blood gas parameters using standard and non-standard collection methods in 24 cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, AUG. 2016, vol. 19, n. 8, p. 831–840. doi:10.1177/1098612x16663269
- BRAUN, J.; LEFEBVRE, H. P. Kidney function and damage. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, 2008, cap.16, p. 485-528.
- BUCKLEY, C. M., *et al.* Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. **British Journal of Nutrition**, OCT. 2011, 106 Suppl. 1, p.128-130. doi:10.1017/S0007114511001875
- CARLSON, G. P.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte, and acid-base balance In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, 2008, cap.17, p. 529-559.
- COSTA, F. V. A. *et al.* Hematological findings and factors associated with feline leukemia virus (FeLV) and feline immunodeficiency virus (FIV) positivity in cats from southern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, DEC. 2017, vol. 37, n. 12, p. 1531–1536. doi: 10.1590/s0100-736x2017001200028
- CRAPO, R. O. *et al.* Arterial blood gas reference values for sea level and an altitude of 1,400 meters. **Am. J. Respir. Crit. Care. Med.** NOV. 1999, vol. 160 (5 Pt. 1), p. 1525-31. doi: 10.1164/ajrccm.160.5.9806006.
- DIBARTOLA, S. P. Introduction to acid-base disorders. In: DIBARTOLA, S. P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal Practice**. 4. ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, 2012, cap. 9, p. 231–252.
- DIBARTOLA, S. P. Metabolic acid-base disorders. In: DIBARTOLA, S. P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal Practice**. 4. ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, cap. 10, 2012, p. 253–286.
- FRIEDRICH, K. R. *et al.* Asvcp reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. **Veterinary Clinical Pathology**, DEC. 2012, vol. 41, n. 4, p. 441–453. doi: 10.1111/vcp.12006
- GOMES, A. G. **Análise hemogasométrica do sangue venoso equino refrigerado**. 40f., 2013. Dissertação (Mestre em Medicina Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- HERBERT, D. A.; MITCHELL, R. A. Blood gas tensions and acid-base balance in awake cats. **Journal of Applied Physiology**, vol. 30, n. 3, p. 434–436, MAR. 1971. doi: 10.1152/jappl.1971.30.3.434
- HOPPER, K. *et al.* Evaluation of acid-base disorders in dogs and cats presenting to an emergency room. Part 1: comparison of three methods of acid-base analysis. San. Antonio:

J. Vet. Emerg. Crit. Care, vol. 24, n. 5, p. 493-501, SEP- OCT. 2014. doi: 10.1111/vec.12215

IRIZARRY, R. Arterial and venous blood gases: indications, interpretations and clinical applications. **Compendium: Continuing Education for Veterinarians**, OCT. 2009, vol. 31, n. 10, p. 1–7.

JILL, W. V. Equilíbrio ácido-básico. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, 2014, cap. 44, p. 488-493.

MIDDLETON, D. J.; ILKIW, J. E.; WARSON, A. D. Arterial and venous blood gas tensions in clinically healthy cats. **American journal of veterinary research**, SEP-1981, vol. 42, n. 9, p. 1609-1611.

ROBINSON, N. E. Homeostase Acidobásica. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Saunders-Elsevier, 2014, cap. 52, p. 549-556.

RODAN, I., et al. AAFP and ISFM feline-friendly handling guidelines. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 13(5), 364–375, MAR. 2011. doi: 10.1016/j.jfms.2011.03.012

SABES, A. F. *et al.* Alterações hemogasométricas em equinos submetidos à distensão do cólon menor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, SEP- OCT. 2017, vol. 69, n. 5, p. 1083–1088. doi: 10.1590/1678-4162-9354

SCHAEFER, G. C. **Estudo retrospectivo das gasometrias venosas de felinos atendidos no hospital de clínicas veterinárias da universidade federal do rio grande do sul no período de 2014-2016**. 2017. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Clínica Médica de Felinos Domésticos) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SILVA, M. A. G. *et al.* Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, OCT. 2009, vol. 61, n. 5, p. 1021-1027.

TAMURA, J., *et al.* Central venous blood gas and acid-base status in conscious dogs and cats. **Journal of Veterinary Medical Science**, JUL. 2015, vol. 77, n. 7, 865–869. doi:10.1292/jvms.14-0503

WALTON, R. M. Establishing reference intervals: Health as a relative concept. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, APR. 2001, vol. 10, n. 2, p. 66–71. doi:10.1053/s1055-937x(01)80026-8