

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados

Júlia de Abreu Pinheiro

Diagnose craniana de *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842)
e *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)
(Carnivora : Canidae)

Belo Horizonte

2014

Júlia de Abreu Pinheiro

Diagnose craniana de *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842)
e *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)
(Carnivora : Canidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zoologia de Vertebrados.

Orientadora: Dra. Sônia Aparecida Talamoni

Co-orientador: Dr. Julio Cesar Dalponte

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P654d Pinheiro, Júlia de Abreu
Diagnose craniana de *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842) e *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) (Carnivora: Canidae) / Júlia de Abreu Pinheiro. Belo Horizonte, 2014.
53 f. : il.

Orientadora: Sônia Aparecida Talamoni

Coorientador: Julio Cesar Dalponte

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados

1. Mamífero. 2. Raposa - Mofologia. 3. Cães - Mofologia. 4. Crânio. I. Talamoni, Sônia Aparecida. II. Dalponte, Julio Cesar. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados. IV. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 599

Júlia de Abreu Pinheiro

Diagnose craniana de *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842)
e *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)
(Carnivora : Canidae)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia de Vertebrados.

Dra. Sônia Aparecida Talamoni (Orientadora) – PUC Minas

Dr. Julio Cesar Dalponte (Co-orientador)

Dr. Cástor Cartelle Guerra – PUC Minas

Dr. Fernando Araújo Perini - UFMG

Belo Horizonte, 29 de abril de 2014

Agradecimentos

A minha orientadora Sônia Talamoni pelo apoio e por me permitir compreender muitas questões relativas ao meu trabalho.

A meu co-orientador Dr. Julio Dalponte pelo auxílio e pelo conhecimento com que tem me apresentado nesses quase dez anos de trabalhos com raposas.

Ao fotógrafo, amigo e companheiro de todas as horas Rui Alves Luis, por ter me auxiliado, pelas belas fotos que ilustram esse trabalho e por ter paciência nos momentos de estresse.

A meu irmão Júnio por me ajudar com o desktop, notebook programas e formatação sem os quais não seria possível realizar as medições e desenhos.

Aos curadores e funcionários das coleções científicas pela recepção e acolhida.

Aos colegas de trabalho pela força que me deram para continuar, especialmente Fabrício, Natália, Gabi e Luis Paulo.

Aos professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados da PUC-Minas que tive a felicidade de conhecer e pelo convívio nessa jornada.

A Fapemig pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Instituto Pró-Endêmicas e colegas pelo apoio institucional e pelas discussões tão enriquecedoras.

A P. W. Lund, C. Paulo Couto e tantos outros que nos incentivam a pesquisar e descobrir o mundo através dos seus trabalhos.

Aos canídeos por poder estudá-los, em especial Jhujhu, Pitoco, Pepino, Pimpão e Mercedita.

E finalmente, aos meus pais por acreditarem no meu trabalho e me apoiarem nas minhas decisões.

Muito obrigada a todos!

*“Mire veja: o mais importante e bonito
do mundo, é isto: que as pessoas
não estão sempre iguais, ainda não foram
terminadas - mas que elas vão sempre mudando.”*

João Guimarães Rosa
Grande Sertão: Veredas, 1956

Resumo

Foram avaliadas as diferenças entre crânios e mandíbulas de *Cerdocyon thous* e *Lycalopex vetulus* usando análises qualitativas e quantitativa. As amostras analisadas são de espécimes provenientes do Brasil, depositadas em coleções de mastozoologia das regiões sul, sudeste e centro-oeste do país. Foram encontradas nas análises, diferenças que permitiram o diagnóstico proporcionando uma base de dados segura para identificação das espécies. As análises multivariadas selecionaram as variáveis mais significativas: constrição pós-orbital e comprimento da linha dentária do maxilar. Em relação às bulas auditivas, o estudo indicou que a espécie *L. vetulus* possui esse caractere proporcionalmente maior do que em *C. thous*, mesmo sendo uma espécie de menor porte, o que indica que essa característica possui grande valor adaptativo para a espécie, potencializando o consumo de térmitas em sua dieta.

Palavras chave: Canidae, morfometria craniana, *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus*

Abstract

The differences between skulls and jaws of *Cerdocyon thous* and *Lycalopex vetulus* using qualitative and quantitative analyzes were evaluated. The samples analyzed are specimens from Brazil, deposited in mammalogy collections of south, southeast and midwest of the country. Were found in the analysis of morphometric diagnosis, a secure database for species identification. Multivariate analysis selected the most significant variables: post-orbital constriction and length of the maxillary tooththrow. Regarding the auditory bullae, the study indicated that *L. vetulus* has this character proportionally larger than in *C. thous*, even being a smaller species, indicating that this feature has great adaptive value for the specie, increasing consumption of termites in your diet.

Key words: Canidae, skull morphometry, *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 A Família Canidae	10
1.2 Os Canídeos na América do Sul	11
1.3 Canídeos brasileiros	12
1.4 Morfologia craniana e mandibular	14
1.5 Bula auditiva	16
1.6 Dentição	17
2 OBJETIVOS	20
3 JUSTIFICATIVA	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 Amostras e procedência	22
4.2 Análises quantitativas	23
5 RESULTADOS	27
5.1 Análise descritiva	27
5.2 Análise de componentes principais	29
5.3 Análise discriminante	33
6 DISCUSSÃO	34
7 CONSIDERAÇÃO FINAL	37
REFERÊNCIAS	
ANEXO A – DIAGNÓSTICO DE CARACTERÍSTICAS	

Prancha I - *Cerdocyon thous*

Prancha II - *Lycalopex vetulus*

**ANEXO B – LISTA DE CRÂNIOS DOS ESPÉCIMES DE CANÍDEOS
EXAMINADOS**

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Família Canidae

A Família Canidae (Bowdich, 1821) pertence à Ordem Carnivora (Fischer, 1817), Subordem Caniformia (Kretzoi, 1938) (Van Gelder, 1978). Os canídeos apareceram pela primeira vez no registro fóssil da América do Norte no período Eoceno, há aproximadamente 40 milhões de anos (Paula Couto, 1979; Stains, 1975; Wang e Tedford, 1994). São conhecidas 214 espécies de canídeos, incluindo espécies atuais e extintas (Wang e Tedford, 2008).

O grupo é caracterizado por possuir bula timpânica inflada dividida por um septo parcial ao longo da sutura endotimpânico-ectotimpânico (Wang, Tedford, Van Valkenburgh e Wayne, 2004). Outras características são a perda da artéria estapediana e a posição medial da artéria carótida interna, situada entre o endotimpânico e o petrosal na maioria de sua extensão (Wang e Tedford, 1994).

São reconhecidas três radiações sucessivas de Canidae (Hesperocyoninae, Borophaginae e Caninae) que ocorreram na região Neártica durante o Cenozóico médio a tardio (Hunt, 1996). O mais antigo membro da família é *Hesperocyon* (Hesperocyoninae) [DATA], sendo sucedido temporalmente pelas outras duas subfamílias (Wang, Tedford, Van Valkenburgh e Wayne, 2004). Esta primeira radiação foi restrita à América do Norte durante o Eoceno tardio e Mioceno inicial, sendo composta por diversos pequenos canídeos da Subfamília Hesperocyoninae (Hunt, 1996).

Acredita-se que a segunda radiação (Subfamília Borophaginae) teria evoluído a partir de membros de Hesperocyoninae no Oligoceno tardio, tendo se extinguido antes

do Quaternário (Wang e Tedford, 2008). A hipercarnivoria foi expressa mais amplamente nesta subfamília (Wang, Tedford e Taylor, 1999).

Começando no final do Mioceno e continuando no Plio-Pleistoceno, a terceira radiação (Subfamília Caninae) se espalhou pela Eurásia (9 milhões de anos), África (4-5 milhões de anos) e América do Sul (2 milhões de anos), se estendendo até os dias atuais (Hunt, 1996). Os Caninae podem ser considerados um grupo de sucesso, pois os membros dessa subfamília são encontrados em quase todo o globo (Lyras e Van der Geer, 2003). É composta atualmente por 16 gêneros e 35 espécies (Novak, 1999; Wang et al., 2004).

1.2 Os canídeos na América do Sul

Antes do estabelecimento do Istmo do Panamá, no Plioceno médio (cerca de 3 milhões de anos), linhagens com afinidades *Cerdocyonina* - taxa que surgiu com o reconhecimento da monofilia dos canídeos sul-americanos incluindo *Nyctereutes* (Tedford et al., 2009) - já haviam aparecido na América do Norte durante o Mioceno tardio para Plioceno inicial (Wang e Tedford, 2008). Os fatores que provavelmente determinaram a dispersão dos canídeos na América do Sul, além da formação do Istmo do Panamá, foram as mudanças ambientais das áreas adjacentes ao istmo (na América Central e no Sul da América do Norte), sendo que a disponibilidade de campo aberto (*grasslands*) pode ter sido o fator mais importante para a dispersão (Langguth, 1975).

Pelo menos três invasões são necessárias para explicar tanto a topologia quanto a divergência do sequenciamento de DNA entre os canídeos sul-americanos atuais (Wayne et al., 1994).

Registros de *Cerdocyon* do Mioceno tardio (6-5 milhões de anos), e *Theriodictis* e *Chrysocyon* do Plioceno inicial (5-4 milhões

de anos) na América do Norte sugerem que espécies destes gêneros atravessaram independentemente o Istmo do Panamá, portanto, a grande diversidade de caninos da América do Sul foi construída sobre um grupo modestamente diversificado na América do Norte (Berta, 1987; Wang e Tedford, 2008). Os registros mais antigos de canídeos na América do Sul datam do Plioceno (Uquian, cerca de 2,5 a 1,5 milhões de anos) com os gêneros *Protocyon* e *Pseudalopex* (Berta, 1987).

O grande endemismo dos canídeos na América do Sul, aparentemente, não foi ocasionado unicamente à especiação no continente, mas também devido à extinção das linhagens fundadoras da América do Norte e América Central (Wayne et al., 1994). Os trabalhos mais recentes utilizando dados morfológicos e moleculares tem reforçado o monofiletismo dos canídeos restritos à América do Sul, principalmente quando esses dados são utilizados em conjunto nas análises (Tedford et al., 1995; Wayne et al., 1997; Tedford, Wang e Taylor 2009; Perini et al. 2009).

As dez espécies existentes de ocorrência restrita à América do Sul são o culpeo *Lycalopex culpaeus*, chila *L. griseus*, raposa-de-Sechura *L. sechurae*, raposa-de-Darwin *L. fulvipes*, graxaim-do-campo *L. gymnocercus*, raposa-do-campo *L. vetulus*, lobinho *Cerdocyon thous*, cachorro-do-mato-de-orelhas-curtas *Atelocynus microtis*, lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* e cachorro-do-mato-vinagre *Speothos venaticus* (Eisenberg e Redford, 1999; Wozencraft, 2005).

1.3 Canídeos brasileiros

O Brasil abriga uma grande diversidade de canídeos, podendo ser encontradas em seus limites seis das onze espécies de ocorrência na América do Sul (Hunter, 2011). A espécie *A. microtis* ocorre na floresta amazônica densa e em simpatria apenas com *S. venaticus*, sem que exista uma competição direta em

relação a recursos alimentares (Leite Pitmann e Willians, 2004; Zuercher et al., 2004). As demais espécies e também *S. venaticus* podem ocorrer em simpatria (exceto entre *L. vetulus* e *L. gymnocercus*), tendo sobreposição variável de nicho alimentar (Jácomo et al., 2004; Faria-Correa, 2004; Di Bitetti, 2009).

No estado de Minas Gerais são encontradas quatro dessas espécies: *C. thous*, *C. brachyurus*, *L. vetulus* e *S. venaticus* (Machado et al., 2008). *Cerdocyon thous* e *L. vetulus* são as espécies que possuem maior similaridade em seu porte, ocorrendo em simpatria no estado e, por isso, a importância em definir as suas diferenças morfológicas, já que ocupam nichos com grande sobreposição (Jácomo et al., 2004).

O lobinho (*Cerdocyon thous*) é um canídeo onívoro de médio porte (5-7kg) com cauda moderadamente cerrada, frequentemente com extremidade escura na base, sem dimorfismo sexual, pelagem de cerdas ásperas, geralmente cinza escuro a negro, patas cinzas ou negras. (Courtenay e Maffei, 2004). Em sua alimentação foi observada variação sazonal, com prevalência de insetos (54%) na estação seca e de vertebrados (48%) na estação chuvosa (Brady, 1979). Possui hábitos generalistas e oportunistas (Silveira, 1999), sendo observada variação de itens alimentares também de acordo com o local de ocorrência (Bisbal e Ojasti, 1980; Motta Junior et al. 1994; Facure e Monteiro Filho, 1996; Juarez e Marinho Filho, 2002; Delgado, 2002; Pedó et al., 2006).

Cerdocyon thous possui ampla distribuição, principalmente em regiões costeiras e montanhosas, sendo que sua versatilidade se deve provavelmente à habilidade para utilizar variados tipos de habitat e em explorar diferentes fontes de alimento (Courtenay e Maffei, 2004). Machado e Hingst-Zaher (2009) observaram que floresta densa é a única barreira efetiva para a sua distribuição. Seu forrageamento é noturno-crepuscular, ocorrendo em pares com filhotes ou em hábito solitário (Hunter, 2011).

A raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) é um pequeno canídeo sul-americano e endêmico do Brasil (Dalponte, 1995). Seu peso varia de 2.5 a 4kg (Hunter, 2011), podendo ser considerada de médio porte. Uma mancha supra-caudal escura auxilia na identificação de indivíduos (Dalponte, 2003). *Lycalopex vetulus* é monogâmica e solitária, encontrando o par reprodutivo apenas no período de reprodução. Para uma unidade social a área de vida encontrada foi de aproximadamente 420-456 ha (Courtenay et al., 2006). Não foi constatado dimorfismo sexual (Dalponte e Courtenay, 2004; Courtenay et al., 2006).

A espécie se adapta bem aos ambientais antropizados para a agricultura, como pastagens e plantações de soja onde encontra disponibilidade de alimento como cupins e gafanhotos (Dalponte, 1995). Cupins do gênero *Syntermes* são encontrados em 90-92% das amostras de fezes da espécie (Dalponte, 1997; Juarez e Marinho Filho, 2002). Suas grandes orelhas auxiliam no rastreamento de cupins de solo através dos sons emitidos nos ninhos subterrâneos, percebendo o momento do forrageio dos cupins e lambendo no sentido inverso das trilhas até a ação dos soldados, o que potencializa a predação, comportamento descrito detalhadamente por Dalponte (2003). Térmites também podem ser consumidos de montículos destruídos por edentados ou com mais frequência abaixo de discos de esterco de gado virados com auxílio do seu focinho (Courtenay et al., 2006). Frutas como a mangaba (*Hancornia speciosa* Ness & Mart) e a lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill) são consumidas de maneira oportunística (Dalponte e Lima, 1999).

1.4 Morfologia craniana e mandibular

Em adição à função de proteger o cérebro, o crânio fornece a superfície onde se originam os músculos responsáveis pela movimentação da mandíbula e mastigação (Vaughan et al., 2011).

As características do crânio dizem muito sobre a ecologia das espécies, por exemplo, uma face curta e larga pode indicar uma mordida potente, apesar do tamanho relativamente pequeno do animal (Werdelin, 1996). A região olfativa possui alometria positiva, refletindo um valor adaptativo em que canídeos carnívoros maiores possuem áreas de superfície olfativas relativamente maiores do que aqueles mais onívoros, que se alimentam de grandes quantidades de alimentos não-vertebrados (Green et al., 2012).

Também nesse sentido, os grandes canídeos são capazes de caçadas prolongadas, em contraste com a predação por emboscada comum dos felídeos e, por isso, para os canídeos o prolongamento da região do rosto, com complexo sistema maxilo-turbinado, tem importante papel ao permitir essa estratégia de predação, mantendo a temperatura do cérebro menor do que a temperatura corporal durante o esforço físico (Wang e Tedford, 2008).

Em canídeos também está presente um seio frontal e o seu tamanho está relacionado com o tamanho corporal, ocupando virtualmente todo o osso frontal em grandes canídeos, podendo ainda estar presente na parte anterior do frontal naqueles de maior porte (Moore, 1981).

No aparato mastigatório, mandíbula e crânio são acionados através dos músculos. Na mandíbula, o processo coronóide é o ponto de inserção para o músculo temporal e a fossa massetéica para o músculo masseter (Paula Couto, 1979), que está diretamente relacionada à crista sagital que, quanto mais desenvolvida, mais aumenta a área de inserção dos músculos temporais e, também ao arco zigomático que fornece a origem do músculo masseter (Vaughan et al., 2011).

O crânio pode oferecer importantes informações taxonômicas, como por exemplo, para a Tribo Cerdocyonina o diagnóstico craniano é realizado por uma série de

sinapomorfias, como o processo angular da mandíbula largo onde pode faltar gancho como terminação, caracterizando expansão da mandíbula que acomoda inserções alargadas de segmentos do músculo pterigoide - especialmente para o ramo medial do pterigóide interno e zigoma fortemente arqueado (Tedford, Wang e Taylor, 2009).

Na América do Sul, Langguth (1975) foi quem primeiro propôs a separação dos canídeos em canídeos “de mata” e “de campo”, baseado na morfologia, distribuição e ecologia das espécies. Berta (1988) dividiu os canídeos sul-americanos em dois morfotipos - “raposa” e “lobo”, apesar de que, atualmente, têm sido adotadas classificações ecológicas e morfofuncionais mais atualizadas como a de Werderlin (1996) que propôs a classificação em necrófago/onívoro, esmagador de ossos, fraturador de ossos, atacador de pescoço, de emboscada, e de perseguição.

1.5 Bula Auditiva

A audição certamente é importante para a maioria dos carnívoros, e de canídeos em particular – as raposas orelha-de-morcego (*Otocyon megalotis*) e os fenecos (*Vulpes zerda*) têm orelhas notavelmente grandes e sua percepção auditiva é muito aguçada, devido principalmente à forma como se desenvolvem suas bulas auditivas (Savage, 1976).

Os canídeos foram os primeiros entre as famílias de carnívoros a apresentar uma bula auditiva ossificada (Wang e Tedford, 2008). No curso da morfogênese da bula auditiva, seus ossos (ectotimpânico, e endotimpânico caudal e rostral) passam por diversas transformações que determinam a sua arquitetura definitiva (Ivanoff, 2000). A função da bula não é inteiramente clara – muitos mamíferos do deserto, especialmente roedores, possuem bulas altamente infladas, pois a absorção de som no ar

torna-se maior com uma redução de umidade e um aumento de temperatura (Savage, 1976). Aparentemente, um maior volume de ar na bula parece estar relacionado com o aumento da audição em baixa frequência (Wang e Tedford, 2008).

Muito é discutido sobre a significância adaptativa do septo intrabular, mas segundo Ivanoff (2001), ele evidencia mais um caráter taxonômico do que ecológico. O septo intrabular pode evitar vibrações da parede bular (ressonância de Helmholtz), mas em Carnivora é apenas um subproduto da formação do seio endotimpânico ventral da bula auditiva (Ivanoff, 2007).

Os canídeos são caracterizados, de acordo com Wang et al. (2004), por uma bula auditiva inflada, dividida por um septo parcial ao longo da sutura endotimpânica e ectotimpânica. Este padrão é exclusivo de Canidae dentro da infraordem Cynoidea (Ivanoff, 2001). *Speothos venaticus* e *C. brachyurus* são as únicas espécies da família Canidae que possuem septos delineando completamente o seio endotimpânico ventral, formando um anel composto pelo endotimpânico e pelo ectotimpânico, sendo que os demais canídeos apresentam um septo parcial, não circundando completamente o seio endotimpânico (Ivanoff, 2007),

Para os canídeos brasileiros, Dalponte e Courtenay (2004) relacionaram a maior proporção da bula auditiva em *L. vetulus* com a sua alta especialização na predação de cupins nos ambientes mais abertos do bioma Cerrado e, também nas pastagens artificiais onde a espécie se adaptou às alterações antrópicas.

1.6 Dentição

Os canídeos, como os outros mamíferos, possuem dentição heterodonte, composta por quatro tipos de dentes: incisivos, caninos, pré-molares e molares, com incisivos bem desenvolvidos e caninos inferiores ligeiramente anteriores aos superiores, o que,

juntamente com o diastema, permitem um bloqueio quando a boca está fechada (Elbroch, 2006).

Canídeos são caracterizados pela presença de pré-molares estreitos e alongados com carniceiros que mudaram muito pouco a sua forma primitiva comum da maioria dos Caniformia (Tedford et al., 1995). A retenção de molares pós-carniceiros e a presença do talonideo no carniceiro inferior, além de modificações na forma craniana, possibilitam que os canídeos possam explorar um espectro amplo de nichos alimentares, diferente dos felídeos que possuem alto grau de especialização à hipercarnivoria, o que limita opções evolutivas posteriores (Figueirido et al., 2011). Os molares pós-carniceiros são muitas vezes modificados para esmagar ossos e outros itens alimentares difíceis para os carnívoros predadores que os mantiveram (Biknevicius e Van Valkenburgh, 1996).

A fórmula dentária comumente descrita na literatura para os grupo dos canídeos é: $i3/3, c1/1, p4/4, m2/3 = 42$ (Novak, 1999; Clutton-Brock, 1976). Berta (1982) descreve *C. thous* com fórmula dentária totalizando 44 dentes. Pode haver um aumento no número de molares como em *Otocyon megalotis* (Nowak, 1999) e a sua redução com em *S. venaticus* e *Cuon alpinus* (Clutton-Brock, 1976).

A força da mordida (em Newtons) de *O. megalotis* e *L. vetulus* (que tendem à insetivoria) são reduzidas (59.4N e 86.0N) em relação a outros canídeos sul-americanos onívoros como *C. brachyurus*, *C. thous* e *L. gymnocercus* (435.6N, 113.3 e 120.1, respectivamente) e como o carnívoro *S. venaticus* (170N) (Christiansen e Adolfssen, 2005). O pequeno carniceiro e os molares esmagadores largos de *L. vetulus* sugerem uma dieta mais insetívora do que de carnes de grandes vertebrados (Langguth, 1975). Esses pequenos carniceiros, além dos molares largos são documentados na literatura (Stains, 1975; Clutton-Brock, 1976; Hunter, 2011). Esses molares caracterizados como quadrados são um dos caracteres que diferenciam *L. vetulus* dos demais membros

do grupo das raposas sul-americanas, que possuem molares com formato tendendo ao triangular ou em vírgula (Osgood, 1934).

2 OBJETIVOS

Analisar crânios e mandíbulas de duas espécies de canídeos silvestres simpátricos que ocorrem no Brasil – *Lycalopex vetulus* e *Cerdocyon thous* para definir os caracteres diagnósticos quantitativos das espécies.

Avaliar se as bulas auditivas de *Lycalopex vetulus* são proporcionalmente maiores que as de *Cerdocyon thous*, indicando uma modificação ecológica da espécie de valor adaptativo.

Investigar como as proporções dentárias e outras modificações relacionadas à dentição podem estar relacionadas com a ocupação de nicho e com o comportamento alimentar de *Lycalopex vetulus* e *Cerdocyon thous*, evidenciando também uma modificação ecológica de valor adaptativo.

3 JUSTIFICATIVA

Apesar de uma recente produção de conhecimento sobre as espécies de canídeos através de dados moleculares, estudos relacionados à anatomia e comparação dos táxons são escassos.

Conhecer os limites dessa variação através da caracterização das espécies, possibilitando uma diagnose comparativa que selecione quais variáveis podem ser utilizadas com segurança para diagnóstico seguro de crânios e mandíbulas. .

As espécies simpátricas *Cerdocyon thous* e *Lycalopex vetulus*, apesar de muito semelhantes morfologicamente, nunca foram comparadas em relação a crânios e mandíbulas, levando à dúvidas na identificação de espécimes.

Esse trabalho, além de fornecer informações importantes para identificação dos crânios e mandíbulas dessas espécies, que possuem ocupação de nichos similares na região central do Brasil, evidencia diferentes adaptações evolutivas e ecológicas relacionadas a ecologia e comportamento, auxiliando a compreender e traçar estratégias conservacionistas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostras e procedência

No presente trabalho foram examinados crânios e mandíbulas de espécimes adultos (entre parênteses número amostral para *C. thous* e *L. vetulus*, respectivamente) provenientes das coleções de mastozoologia das seguintes instituições: Universidade Estadual do Mato Grosso / Campus Nova Xavantina (UNEMAT) (N = 0; N = 2), Universidade de Brasília – DF (UnB) (N = 10; N = 2), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) (N = 121; N = 18), Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCNM-M/PUCMinas) (N = 10; N = 2) e Museu Nacional do Rio de Janeiro (MN) (N = 61; N = 21).

As amostras totalizaram para *C. thous* N = 258 e para *L. vetulus* N = 47, sendo que, o número amostral nas análises variou de acordo com a disponibilidade da informação nos crânios e mandíbulas.

Para distinguir adultos e subadultos dos jovens foi considerado o comprimento total do crânio, a erupção dentária total e o desgaste dental (Machado e Hingst-Zaher, 2009), além do grau de fusão da sutura basioccipital/basisfenóide (Prevosti e Lamas, 2006; Guzmán et al.2009, Segura, 2013). A listagem do material proveniente das coleções consultado para esse trabalho consta no Anexo B, assim como suas coleções de origem.

Utilizando a descrição disponível na literatura (Berta, 1982; Dalponte, 2009) os crânios e mandíbulas analisados foram inspecionados, a fim de confirmar que se tratavam mesmo das espécies objeto de estudo. As características perceptíveis visualmente para cada espécie foram descritas

na diagnose dos crânios e mandíbulas (Anexo A), sendo que os ossos e processos foram indicados, numerados e comentados, de forma que os resultados das análises quantitativas pudessem relacionados com as imagens das Prancha I de *C. thous* e na Prancha II de *L. vetulus*.

4.2 Análises quantitativas

As medidas adotadas no presente estudo basearam-se em Clutton-Brock (1976), Berta (1988), Rabinowitz (1997), Prevosti e Lamas (2006) e Segura e Prevosti (2012). As medidas foram tomadas em milímetros com paquímetro digital Mitutoyo com 0.01mm de resolução. As medidas das variáveis (Figura 1) foram tomadas utilizando os seguintes critérios:

- V1. Comprimento total do crânio - do extremo anterior do crânio seguindo até o ponto médio da crista nugal.
- V2. Largura da caixa craniana – maior largura da caixa craniana.
- V3. Largura inter-orbital – menor largura da região inter-orbital.
- V4. Largura da constrição pós-orbital – menor largura da constrição pós-orbital.
- V5. Largura do processo mastóide - distância entre os extremos do processo mastóide.
- V6. Largura do arco zigomático – maior distância entre os extremos dos arcos zigomáticos.
- V7. Largura do nasal – a largura entre os extremos dos ossos nasais.
- V8. Comprimento do nasal – o comprimento entre os extremos do osso nasal.
- V9. Comprimento da sutura do nasal – a distância entre os extremos da sutura entre os ossos nasais.

- V10. Comprimento da série dentária do maxilar – a distância compreendendo o canino até o segundo molar no crânio.
- V11. Comprimento da mandíbula – do extremo anterior da mandíbula até o extremo do processo coronóide.
- V12. Diastema mandibular – a distância entre o canino e o primeiro pré-molar da mandíbula.
- V13. Comprimento da bula auditiva – maior comprimento da bula auditiva em vista ventral.
- V14. Largura da bula auditiva - maior largura da bula auditiva em vista ventral.

Inicialmente foram utilizadas técnicas básicas de análise exploratória de dados (média, desvio padrão, valor máximo e mínimo) dos valores encontrados e aplicado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. O teste t-Student foi utilizado para comparar, as médias das variáveis das duas espécies, indicando se há diferenças significativas, que deve ser posteriormente avaliada para verificar se as diferenças possuem relação com as adaptações ecológicas. Como a variável V6 (largura do arco zigomático) apresentou uma distribuição próxima da normal, também foi realizada a comparação de médias através do Teste U de Mann-Whitney. Para avaliar a existência de diferenças em relação ao dimorfismo sexual também foi realizado o teste t de Student utilizando o programa BioStat, de forma a verificar se existia essa variação intra-específica em relação aos sexos.

As análises multivariadas foram aplicadas para estabelecer as relações entre os dados, indicando as variáveis com características comuns e aquelas que são mais importantes na análise, sendo organizadas através de uma classificação. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada para conhecer a estrutura de dependência das variáveis obtidas dos

crânios e mandíbulas, criando novos conjuntos com propriedades comuns e correlacionadas, evitando redundância nas análises. Os componentes principais obtidos são independentes entre si e, por isso, foram explicados individualmente. A Análise Discriminante foi utilizada posteriormente, para classificar os dados obtidos através da ACP, testando a significância das variáveis independentes através de uma combinação linear para *C. thous* e *L. vetulus*, o que permitiu que a probabilidade de erro seja reduzida. A variável canônica, ou primeira função discriminante, produz o maior valor possível para o teste F usado na comparação das médias, minimizando probabilidade de má classificação.

Para realização das análises foram utilizados os programas estatísticos Biostat (Ayres et al., 2007) e Statistica (StatSoft, 2013).

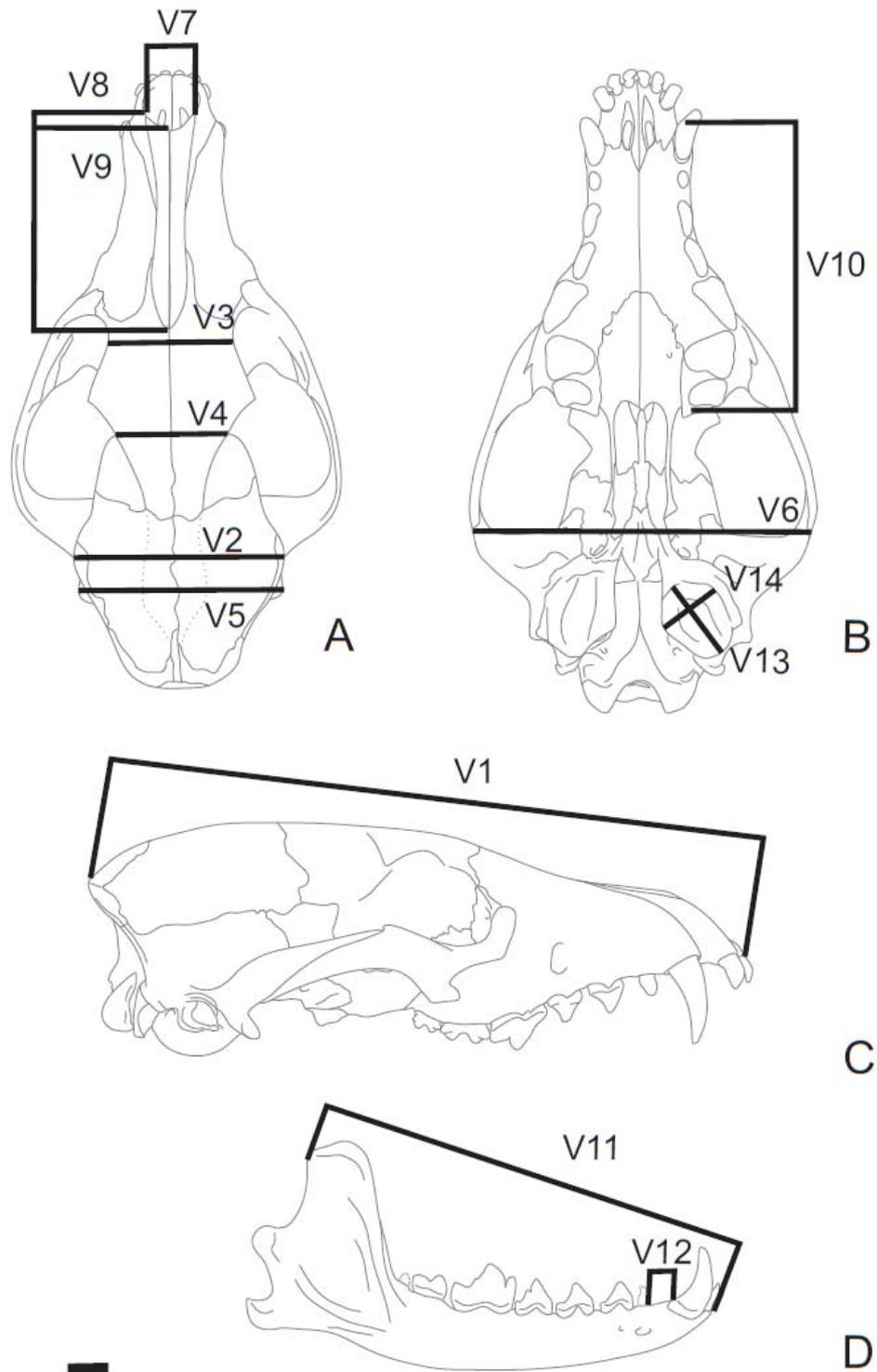


Figura 1 - Diagramas apresentando as variáveis mensuradas em crânios e mandíbulas: vista do crânio A – dorsal, B – ventral, C – lateral; e D – vista lateral da mandíbula. Para consultar legenda das abreviaturas, vide descrição. Barra em preto = 1cm.

5 RESULTADOS

5.1 Análise descritiva

As médias dos caracteres cranianos mensurados dos espécimes de *C. thous* apresentaram valores significativamente maiores (Tabela 1) quando comparadas às médias dos espécimes de *L. vetulus* (teste T de Student), com exceção das medidas 12 e 13.

Não foi detectada para nenhuma das variáveis diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação ao dimorfismo sexual para nenhuma das espécies estudadas. Portanto, permitiu-se analisar os sexos em conjunto nas demais análises estatísticas.

Tabela 2 - Medidas do crânio e da mandíbula (em mm) de *C. thous* (Ct) e *L. vetulus* (Lv). Em cada célula, a linha superior apresenta a média \pm desvio padrão e a linha inferior os valores mínimos e máximos (entre parênteses) seguido pelo número de indivíduos analisados.

Medidas	Ct	Lv	Estatística t	p-valor
1 - Comprimento total do crânio	140.01 \pm 6.39 (122-157.02) 242	113.49 \pm 3.74 (106.36-122.86) 33	-23.27	<0.00
2 – Largura da caixa craniana	47.59 \pm 1.6 (43.44-51.65) 239	42.46 \pm 1.46 (40.31-46.1) 34	-17.58	<0.00
3 – Largura inter-orbital	27.5 \pm 1.87 (22.94-32.34) 242	19.94 \pm 1.6 (17.03-23.62) 35	-22.68	<0.00
4 – Largura da constricção pós-orbital	32.18 \pm 1.79 (27.72-36.55) 243	21.19 \pm 2.09 (17.36-23.62) 35	-33.55	<0.00
5 – Largura do processo mastóide	47.48 \pm 1.93 (42.74-51.47) 240	41.44 \pm 1.33 (38.7-43.92) 29	-16.36	<0.00
6 – Largura do arco zigomático	75.58 \pm 3.72 (66.19-83.46) 238	61.59 \pm 2.96 (56.81-67.31) 31	-20.07	<0.00
7 – Largura do nasal	11.78 \pm 0.84 (9.84-13.71) 241	10.05 \pm 0.53 (9.1-11.16) 32	-11.36	<0.00
8 – Comprimento do nasal	48.54 \pm 3.55 (39.56-56.87) 241	39.37 \pm 2.57 (33.2-43.9) 34	-14.51	<0.00
9 – Comprimento da sutura do nasal	45.48 \pm 3.36 (37.39-53.72) 244	36.89 \pm 2.5 (31.9-42.2) 34	-14.32	<0.00
10 – Comprimento da série dentária do maxilar	59.84 \pm 2.79 (52.95-66.24) 241	46.78 \pm 2.05 (43.21-51.7) 35	-26.59	<0.00
11 – Comprimento da mandíbula	98.54 \pm 5.2 (85.45-110.1) 241	77.87 \pm 3.41 (71.4-83.86) 37	-23.39	<0.00
12 – Comprimento do diastema mandibular	3.81 \pm 0.86 (1.82-5.82) 237	3.93 \pm 0.79 (1.6-5.58) 37	0.83	0.4
13 – Comprimento da bula auditiva	18.83 \pm 1.52 (15.26-24.87) 245	18.93 \pm 1.09 (15.7-22) 39	0.5	0.62
14 – Largura da bula auditiva	11.96 \pm 1.02 (9.7-19.31) 247	11.87 \pm 0.96 (9.9-13.7) 39	-0.53	0.6

5.2 Análise de Componentes Principais

A ACP tinha como objetivo agrupar os dados em conjuntos com variação semelhante em relação às medidas de crânio (V1 a V10) e bula auditiva (V12 e V13). Foram extraídos dois componentes, explicando juntos 77.74% da variabilidade dos dados, sendo 64.083% referentes ao primeiro componente e 12.94% referentes ao segundo componente (Tabela 2).

É possível observar que o primeiro componente explica as variáveis referentes ao crânio (V1 a V10), uma vez que os fatores das variáveis referentes à bula auditiva (V13 e V14) são muito baixos (0,21 para V13 e 0,26 para V14).

Todos esses fatores são positivos, ou seja, quanto maior os valores das variáveis V1 a V10, maior o valor do componente. Já no segundo componente, é possível observar que ele explica as variáveis referentes à bula auditiva (V13 e V14), sendo que os fatores referentes a essas variáveis são altos (0,86 para V13 e 0,85 para V14) e todos os outros fatores (os referentes ao crânio) apresentam valores bem baixos ou negativos, ou seja, quanto maior o valor do componente, maior o valor de V13 e V14, e menor o valor de V1 a V10.

Tabela 2 –Análise de Componentes Principais: coordenadas obtidas com base na correlação para as variáveis V1 a V10 e V13 a V14

Variável	Componente 1	Componente 2
V1	0.96	-0.07
V2	0.85	-0.03
V3	0.90	-0.09
V4	0.84	-0.16
V5	0.89	0.06
V6	0.79	-0.01
V7	0.76	0.11
V8	0.85	-0.08
V9	0.84	-0.09
V10	0.95	-0.07
V13	0.21	0.86
V14	0.26	0.85
% da variabilidade explicada	64.08%	12.94%

No Gráfico 1, é possível observar que para o componente principal 1 não há sobreposição de valores, diferente do componente principal 2, onde há grande sobreposição, mas ambos com uma grande amplitude.

Uma vez definidos os dois componentes apresentados na Tabela 2, foi possível calculá-los para cada observação da base de dados e, dessa forma, construir um gráfico bi-dimensional, onde cada eixo é um componente, e cada ponto é uma observação da base de dados (Gráfico 2).

Gráfico 1 – Análise de Componentes Principais com representação dos escores individuais das amostras de *C. thous* e *L. vetulus* em relação ao componente 1 e componente 2

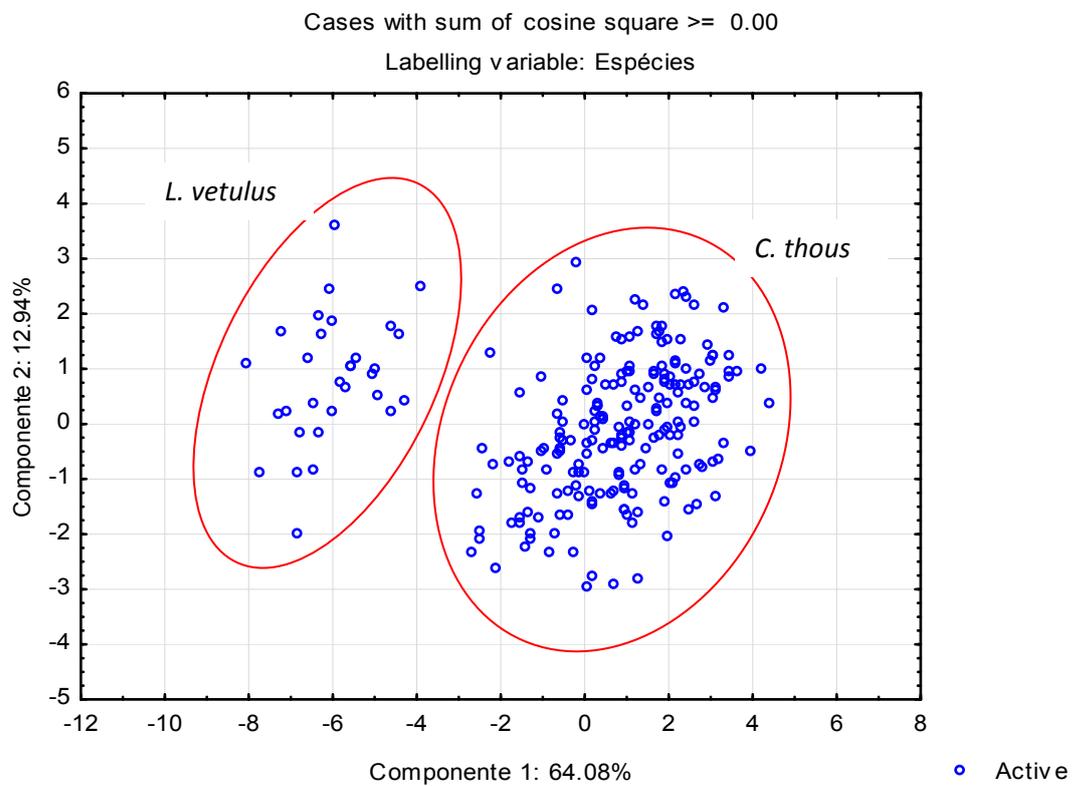
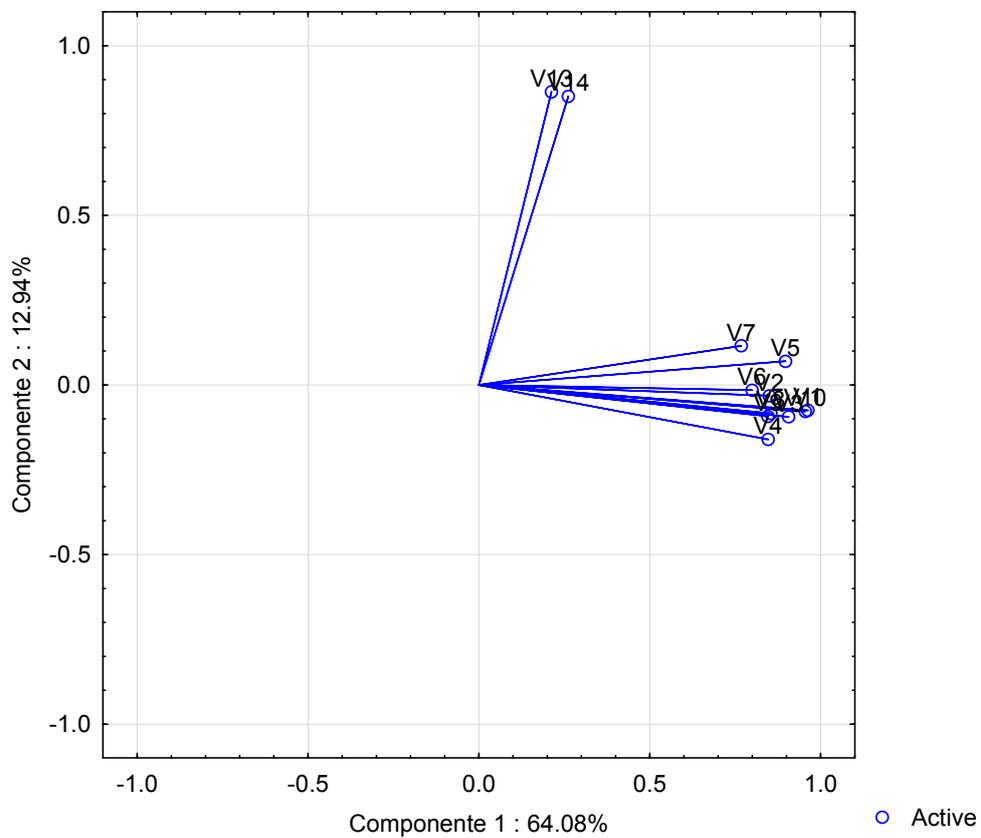


Gráfico 2 – Análise de Componentes Principais com representação das variáveis obtidas de *C. thous* e *L. vetulus* em relação ao componente 1 e componente 2.



5.3 Análise discriminante

Por fim foi desenvolvida uma análise discriminante, classificar as variáveis dentro do componente principal 1, que possui um maior número de variáveis (V1 a V10) relacionadas.

A variável canônica estatisticamente significativa (p-valor <0.0001) (Tabela 3) mostra que a separação entre as espécies pode ser explicada pela combinação linear entre as variáveis explicativas.

O valor da correlação canônica foi alto (0.92), portanto, há de fato uma forte relação entre a combinação de informações explicativas e a separação entre as duas espécies.

Avaliando as cargas canônicas padronizadas, temos que as variáveis mais significativas são a V4 (largura da constrição pós-orbital) e a V10 (Comprimento da série dentária do maxilar), pois apresentam os maiores valores absolutos (0.86 e 0.70, respectivamente).

Tabela 3 - Coeficientes canônicos padronizados

Variável explicativa	Coeficientes na variável canônica
V1	-0.03
V2	-0.38
V3	-0.06
V4	0.86
V5	0.15
V6	0.03
V7	-0.11
V8	0.49
V9	-0.45
V10	0.70
Correlação canônica	0.92
p-valor	<.0001

DISCUSSÃO

São discutidos a seguir aspectos da anatomia e os resultados das análises da morfometria de crânios e mandíbulas dos exemplares de *C. thous* e *L. vetulus* avaliados neste estudo. Na sequência, são discutidos separadamente os caracteres morfológicos dentição e bula auditiva.

Na análise estatística intra-específica não foi identificado dimorfismo sexual, o que levou a realizar as análises incluindo machos e fêmeas em conjunto, o que também foi observado por Machado e Hingst-Zaher (2009) que constataram que essa variação pode ser observada apenas em crânios de animais adultos com idade mais avançada.

As análises estatísticas confirmam que crânios e mandíbulas de ambas espécies podem ser identificados através de variáveis morfométricas, mesmo sendo observada uma maior variação intra-específica para *C. thous*, o que provavelmente está relacionado ao tamanho da amostra e à sua maior distribuição geográfica e, conseqüentemente, com uma maior variação de seus itens alimentares, o que dentro do grupo dos canídeos, conforme Figueirido et al., 2011 está relacionado à possibilidade de adaptação a um grande espectro de nichos, o que evolutivamente possui grande valor adaptativo. Esse tipo de variação intra-específica já foi descrita para *C. thous* (Martinez, 2013), como também para outras espécies de canídeos, como o lobo-cinza (*Canis lupus*) (Kolenosky e Standfield, 1975). Estudos recentes da variação intra-específica de *C. thous* (Tchaicka, 2006; Machado e Hingst-Zaher, 2009; Martinez, 2013) tem indicado a presença de três grupos populacionais. Quanto à variação intra-específica de *L. vetulus*, não existe estudo publicado a esse respeito, sendo necessário aumentar as coletas de espécimes para aumentar o

número amostral e, conseqüentemente, tornar as análises mais robustas.

Um dado observado foi o comprimento do diastema mandibular, que na espécie de menor porte - *L. vetulus* - era maior, o que se deve ao posicionamento e formato dos caninos e do desenvolvimento da pré-maxila, que se estende mais no sentido anterior do que em *C. thous*. O consumo de itens vegetais, como frutos, pode ser considerado para ambas espécies como oportunístico, de acordo com a sazonalidade e com a disponibilidade dos itens alimentares preferenciais de cada espécie, no caso de *L. vetulus*, térmitas e outros insetos como gafanhotos, e para *C. thous* pequenos mamíferos, aves e répteis. Ainda, através da análise discriminante, o caractere V10 (comprimento da série dentária do maxilar) foi classificado como uma das variáveis mais importantes para distinção das espécies dentro do conjunto de variáveis amostradas, o que significa que a dentição de *L. vetulus* é proporcionalmente reduzida em relação à *C. thous*, o que pode ser justificado pelo consumo preferencial de itens alimentares de tamanho reduzido, como o térmita de solo *Syntermes insidians* que, segundo Dalponte (2009), é um item preferencial em sua dieta. Outra variável importante na análise discriminante canônica foi V4 (construção pós-orbital), o que indica que essa também é uma característica importante para distinção das espécies, considerando que sua largura em *L. vetulus* é proporcionalmente reduzida em relação à *C. thous*.

As bulas auditivas em *L. vetulus* mostraram-se proporcionalmente maiores do que para *C. thous*, o que pode ser observado através da plotagem do Gráfico 1 da ACP, onde os valores para o Componente 2, onde estão agrupadas as duas medidas para a bula auditiva tem uma grande sobreposição para as espécies, enquanto no Componente 1 onde estão as demais medidas para o crânio, não há sobreposição, o que confirma as

observações iniciais de Dalponte e Courtenay (2004) que relacionaram o tamanho das bulas auditivas de *L. vetulus* com a dieta especializada na predação preferencial por térmites do gênero *Syntermes*.

O comportamento de forrageio de *L. vetulus* e sua alimentação preferencial de térmites, em comparação com os demais canídeos sul-americanos é muito peculiar, tendo em vista que a tendência preferencial pela insetivoria em canídeos é observada apenas em espécies do continente africano, como *Otocyon megalotis*, a qual é preferencialmente insetívora e com dentição muito especializada.

7 CONSIDERAÇÃO FINAL

O presente trabalho foi elaborado de forma a realizar o diagnóstico de crânios e mandíbulas de *Cerdocyon thous* e *Lycalopex vetulus* para diminuir a probabilidade de erro na identificação de crânios e mandíbulas dessas espécies, assim como verificar quais parâmetros poderiam ser utilizados para esse fim.

Ainda, foi constatado que as bulas auditivas de *Lycalopex vetulus* são de fato proporcionalmente superiores às de *Cerdocyon thous*, apesar deste ser um animal de maior porte, o que tem valor adaptativo para a espécie. Essa avaliação também poderá ser feita no futuro para outros canídeos silvestres para ajudar a entender o funcionamento das bulas. Muito ainda há de ser avaliado em relação à função das bulas, que apresentam maiores dimensões em animais de áreas abertas, como campos, cerrado, savanas e desertos. Mais do que um importante caractere taxonômico, as bulas auditivas são importantes para compreensão das relações dos animais com o meio em que vivem, em relação à dieta, uso de hábitat, forrageamento, adaptação, sobrevivência e predação.

Nas análises também constatou-se que a constrição pós-orbital e comprimento da série dentária do maxilar são proporcionalmente menores para *Lycalopex vetulus* do que para *Cerdocyon thous*, indicando que essas variáveis são importantes para separar as espécies.

O objetivo do trabalho foi alcançado, sendo indicado para uso diagnóstico em coleções científicas, trabalhos técnicos ou como elemento didático.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá. Belém, 2007.
- BERTA, A. *Cerdocyon thous*. Mammalian Species, 1982. 186:1-4.
- BERTA, A. Origin, diversification, and zoogeography of the South American Canidae. Fieldiana: Zoology New Series, 1987. 39:455-471.
- BERTA, A. Quaternary evolution and biogeography of the large South American Canidae (Mammalia: Carnivora). University of California Publications in Geological Sciences, 1988. 132:1-149.
- BIKNEVICIUS, A. R.; VAN VALKENBURGH, B. Design for killing: craniodental adaptations of predators. 393-428. In: Gittleman, J. L. (ed). Carnivore behavior, ecology, and evolution. New York: Cornell University, 1996.
- BISBAL, F.J.; J.D. OJASTI. Nicho trófico del zorro *Cerdocyon thous* (Mammalia, Carnivora). Acta Biologica Venezuelica, Caracas, 1980. 10 (4): 469-496.
- DI BITETTI, M. S.; DI BLANCO, Y. E.; PEREIRA, J. A.; PAVIOLO, A.; PEREZ, I. J. Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). Journal of mammalogy, 2009. 90: 479-490.
- BRADY, C. A. Observations on the Behavior and Ecology of the Crab-Eating Fox (*Cerdocyon thous*). 161-172. In: Eisenberg, J. F. (ed). Vertebrate Ecology in the Northern Neotropics. Washington: Smithsonian Institution Press, 1979.

CHRISTIANSEN P.; ADOLFSSSEN J. S. Bite forces, canine strength and skull allometry in carnivores (Mammalia, Carnivora). *Journal of Zoology*, 2005. 266:133-151.

CLUTTON-BROCK, J., CORBETT, G.B., HILLS, M. A review of the family Canidae with a classification by numerical methods. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, 1976. 29:117–199.

COURTENAY, O., MACDONALD, D.W., GILLINGHAM, S., ALMEIDA, G. & DIAS, R. 2006. First observations on South America's largely insectivorous canid: the hoary fox (*Pseudalopex vetulus*). *Journal of Zoology*, 2006. 268:45-54.

COURTENAY, O; MAFFEI, I. Crab-eating fox – *Cerdocyon thous*. 32-38. In: Sillero-Zubiri, C. et al. (ed). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. Cambridge: International Union for Conservation of Nature, 2004.

DALPONTE, J.C. Diet of the hoary fox, *Lycalopex vetulus*, in Mato Grosso, Central Brazil. *Mammalia*, 1997. 61:537-546.

DALPONTE, J. C. *Lycalopex vetulus* (Carnivora: Canidae). *Mammalian Species*, 2009. 847:1-7.

DALPONTE, J. C.; COURTENAY, O. Hoary fox *Pseudalopex vetulus* (Lund, 1842). 72-76. In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN, M.; MACDONALD, D. W. . In: Sillero-Zubiri, C. et al. (ed). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. Cambridge: IUCN, 2004.

DALPONTE, J. C.; LIMA, E. S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora - Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 1999. 325-332.

DELGADO, C. A. Food habits and habitat of the Crab-eating fox *Cerdocyon thous* in the highlands of eastern Antioquia, Cordillera Central, Colombia. *Mammalia*, 2002. 66 (4): 599-602.

EISENBERG, J.F.;K.H. REDFORD. *Mammals of the Neotropics: the central neotropics*. Chicago, University of Chicago Press, 1999. v.3. 609p.

ELBROCH, M. *Animals skulls*. Mechanicsburg: Stackpole books, 2006. 728p.

FACURE, K. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southeastern Brazil. *Mammalia*, Paris, 1996. 60 (1): 147-149.

HUNT, R. M. Biogeography of the Order Carnivora. 485-541. In Gittleman, J. L. *Carnivore behavior, ecology and evolution* (ed). New York: Cornell University, 1996.

IVANOFF, D. Origin of the septum in the canid auditory bulla: Evidence from morphogenesis. *Acta Theriologica*, 2000. 45 (2): 253-270.

IVANOFF, D. Partitions in the carnivoran auditory bulla: Their formation and significance for systematics. *Mammal Review*, 2001. 31 (1): 1-16.

IVANOFF, D. Unlocking the ring: Occurrence and development of the uninterrupted intrabullar septum in Canidae. *Mammalian Biology*, 2007. 72 (3) 145-162.

JÁCOMO, A, T. A; SILVEIRA, L.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Niche separation between the maned Wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. *Journal of zoology*, 2004. 262 (1): 99-106.

JUAREZ, K. M.; MARINHO-FILHO, J. Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in central Brazil. *Journal of Mammalogy*, Lawrence, 2002. 83 (4): 925-933.

KOLENOSKY, G. B.; STANDFIELD, R. O. Morphological and ecological variation among gray wolves (*Canis lupus*) of Ontario Canada. 62-72. In: M. W. Fox (ed). *The wild canids, their systematics, behavioral ecology and evolution*. New York: Van Nostrand, 1975.

LANGGUTH, A. Ecology and evolution in the South American Canids. 192-206. In: M. W. Fox (ed). *The wild canids, their systematics, behavioral ecology and evolution*. New York: Van Nostrand, 1975.

LEITE-PITMAN, M. R. P.; WILLIAMS, R. S. R. The short-eared dog (*Atelocynus microtis*: Sclater, 1883). 26-31. In: Sillero-Zubiri, C. et al. (ed). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. Cambridge: IUCN, 2004.

LYRAS, G. A. e VAN DER GEER, A. A. E. External brain anatomy in relation to the phylogeny of Caninae (Carnivora : Canidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2003. 138:505-522.

MACHADO, A.B.M., DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente e Fundação Biodiversitas, Brasília, 2008. 91-110.

MACHADO, F.; HINGST-ZAHER, E. Investigating South American biogeographic history using patterns of skull shape variation on *Cerdocyon thous* (Mammalia: Canidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 2009. 98:77-84.

MARTINEZ, P. A., MARTI, D. A. MOLINA, W.F., BIDAU, C. J. Bergmann's rule across the equator: a case study in *Cerdocyon thous* (Canidae). *Journal of Animal Ecology*, 2013. 82: 997–1008.

- MOORE, G.C. A comparative study of colonizing and longer established eastern coyote (*Canis latrans*) populations. M.S. Thesis. University of Western Ontario, London, 1981.
- MOTTA-JUNIOR, J. C.; LOMBARDI, J. A.; TALAMONI, S. A. Notes on crab-eating fox (*Dusicyon thous*). Seed dispersal and food habits in southeastern Brazil. *Mammalia*, 1994. 58 (1): 156-159.
- NOWAK, R. M. Walker's Mammals of the World. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1999. 836p.
- PAULA COUTO, C. de. Tratado de Paleomastozoologia. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1979. 590p.
- OSGOOD, W. 1934. The Genera and Subgenera of South American Canids. *Journal of Mammalogy*, 15 (1) : 45-50.
- PEDÓ, E., TOMAZZONI, A. C., HARTZ, S. M.; CHRISTOFF, A.U. Diet of crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2006. 23(3): 637-641.
- PERINI, F. A.; RUSSO, C. A. M.; SCHRAGO, C. G. The evolution of South American endemic canids: a history of rapid diversification and morphological parallelism. *Journal of Evolutionary Biology*, 2010. 23:311-322.
- PREVOSTI, F. J.; LAMAS, L. Variation of cranial and dental measurements and dental correlations in the pampean fox (*Dusicyon gymnocercus*). *Journal of Zoology*, 2006. 270:636–649.
- RABINOWITZ, A. R. Wildlife Field Research and Conservation training Manual. New York: Paul-Art Press, 1997. 281p.

SEGURA, V.; PREVOSTI, F. A quantitative approach to the cranial ontogeny of *Lycalopex culpaeus* (Carnivora: Canidae). *Zoomorphology*, 2012. 131(1):79–92.

SEGURA, V. Skull ontogeny of *Lycalopex culpaeus* (Carnivora: Canidae): description of cranial traits and craniofacial sutures. *Mammalia*, 2013. 77(2):205–214.

STAINS, H. J. Distribution and taxonomy of the canidae. 3-26. In: M. W. Fox (ed). *The wild canids, their systematics, behavioral ecology and evolution*. New York: Van Nostrand, 1975.

STATSOFT. *Statistica*. Versão 12.0. Statsoft Inc, 2013.

TCHAICKA, L. *Abordagens Filogenéticas, Filogeográficas e Populacionais em Canídeos Sul-americanos*. Tese - Doutorado em Genética e Biologia Molecular. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 193p.

TEDFORD, R. H.; TAYLOR, B. E.; WANG, X. Phylogeny of the Caninae (Carnivora: Canidae): the Living Taxa. *American Museum Novitates*, 1995. 3146:1-37.

TEDFORD, R. H.; WANG, X. e TAYLOR, B. E. Phylogenetic systematics of the north american fossil caninae (Carnivora : Canidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2009. 325:218p.

VAN GELDER, R. G. A review of Canid classification. *American Museum Novitates*, 1978. 2646:1-10.

VAUGHAN, T. A.; RYAN, J. M.; CZAPLEWSKI, New Jersey *Mammalogy*, Boston: Jones and Bartlett Publishers, 2011. 750p.

WANG, X., R. H. TEDFORD. *Dogs: their fossil relatives & evolutionary history*. New York: Columbia University Press, 2008. 219p.

WANG, X.; TEDFORD, R.H. Basicranial anatomy and phylogeny of primitive canids and closely related miacids (Carnivore: Mammalia). *American Museum Novitates*, 1994. 3092:1-34.

WANG, X.; TEDFORD R. H.; TAYLOR B. E. Phylogenetic systematics of the Borophaginae (Carnivora: Canidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1999. 243: 1-391.

WANG, X.; TEDFORD, R.H.; VAN VALKENBURGH, B.; WAYNE, R.K. Phylogeny, Classification, and Evolutionary Ecology of canidae. In: MACDONALD, D. W., AND C. SILLERO-ZUBIRI (ed). *International Union for Conservation of Nature: The Canid Action Plan*, 2004.

WAYNE, R.K.; GEVEN, E.; GIRMAN, D.J.; KOEPPXI, K.P.; LAU, L.M.; MARSHALL, C.R. Molecular systematics of the Canidae. *Systematic Biology*, 1997. 46:622–653.

WERDELIN, L. Carnivoran ecomorphology: a phylogenetic perspective. 582-624. In: GITTLEMAN, J. L. (ed). *Carnivore behavior, ecology and evolution*. New York: Cornell University, 1996.

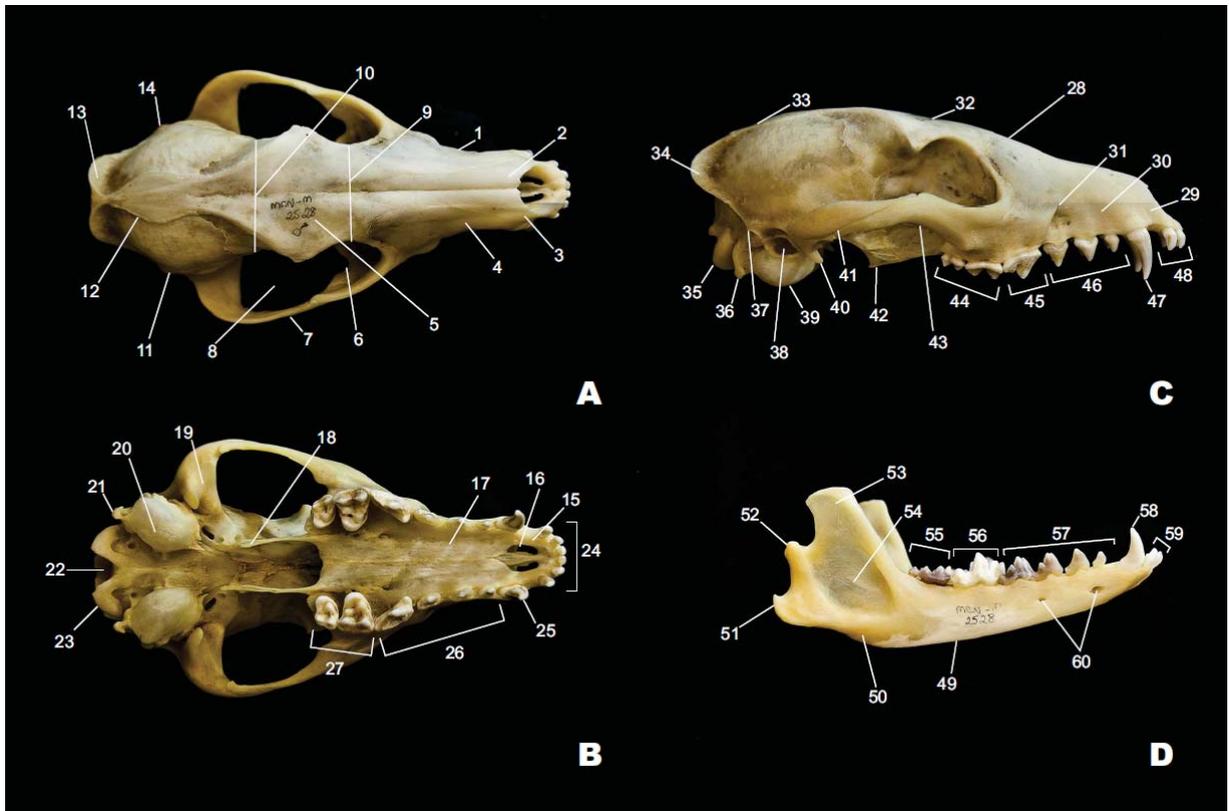
WOZENCRAFT, W. C. Order Carnivora. 279-348. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed). *Mammal Species of the World*. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1993.

WOZENCRAFT, W. C. Order Carnivora. 532-628. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed). *Mammal Species of the World*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2005.

ZUERCHER, G. L.; SWARNER, M.; SILVEIRA, L.; CARRILLO, O. Bush dog *Speothos venaticus* (Lund, 1842). 76– 80. In: Sillero-Zubiri, C. et al. (ed). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. Cambridge: International Union for Conservation of Nature, 2004.

ANEXO A - DIAGNÓSTICO DE CARACTERÍSTICAS

Prancha I - *Cerdocyon thous* (Hamilton Smith, 1839)



*vista do crânio A – perfil dorsal, B – perfil ventral, C – perfil lateral; e da mandíbula D – perfil lateral. O comprimento total do crânio é 15.85 cm. Espécime ilustrado: MCN-M PUCMINAS 2528.

Descrição do crânio.

Perfil dorsal: a partir dos arcos zigomáticos o crânio possui formato alongado triangular. O rostro (1) é moderadamente alongado e se afila levemente a partir do forame infraorbital. O nasal (2) é alongado, alargando levemente a partir do pré-maxilar (3), terminando após o início da borda do maxilar (4) e ultrapassando a órbita. O frontal (5) é bem desenvolvido assim como a órbita (6)

arredondada. O arco zigomático (7) é forte e alongado. A fossa temporal (8) é alongada. O processo interorbital (9) e a constrição pós-orbital (10) são largos. A caixa craniana (11) é oval. A crista temporal (12) é pouco desenvolvida, mas pode formar uma crista sagital dependendo da região. A crista occipital (14) é larga em toda a sua extensão o que possibilita um alongamento maior do crânio, mas pode ser menos ou mais desenvolvida. O processo mastóide (14) é bem desenvolvido.

Perfil ventral: O pré-maxilar (15) e forame incisivo (16) são não muito alongados. O palato (17) é mais estreito até p3 e não se prolonga após os molares. O processo pterigóide (18) é pouco alongado. A fossa mandibular (19) é bem desenvolvida e larga em toda extensão. A bula auditiva (20) é bem inflada, mas pode variar em tamanho de acordo com a região. O processo paraoccipital (21) é moderadamente desenvolvido. O forame magno (22) é amplo e o côndilo occipital (23) moderadamente desenvolvido. Os incisivos (24) são de tamanhos similares com exceção de i3 que é um pouco maior, o canino (25) é largo na extremidade, pouco alongado e muito curvado. Os pré-molares (26) são moderadamente desenvolvidos e os molares (27) tendem para o formato triangular com extremidades arredondadas e cúspides bem desenvolvidas.

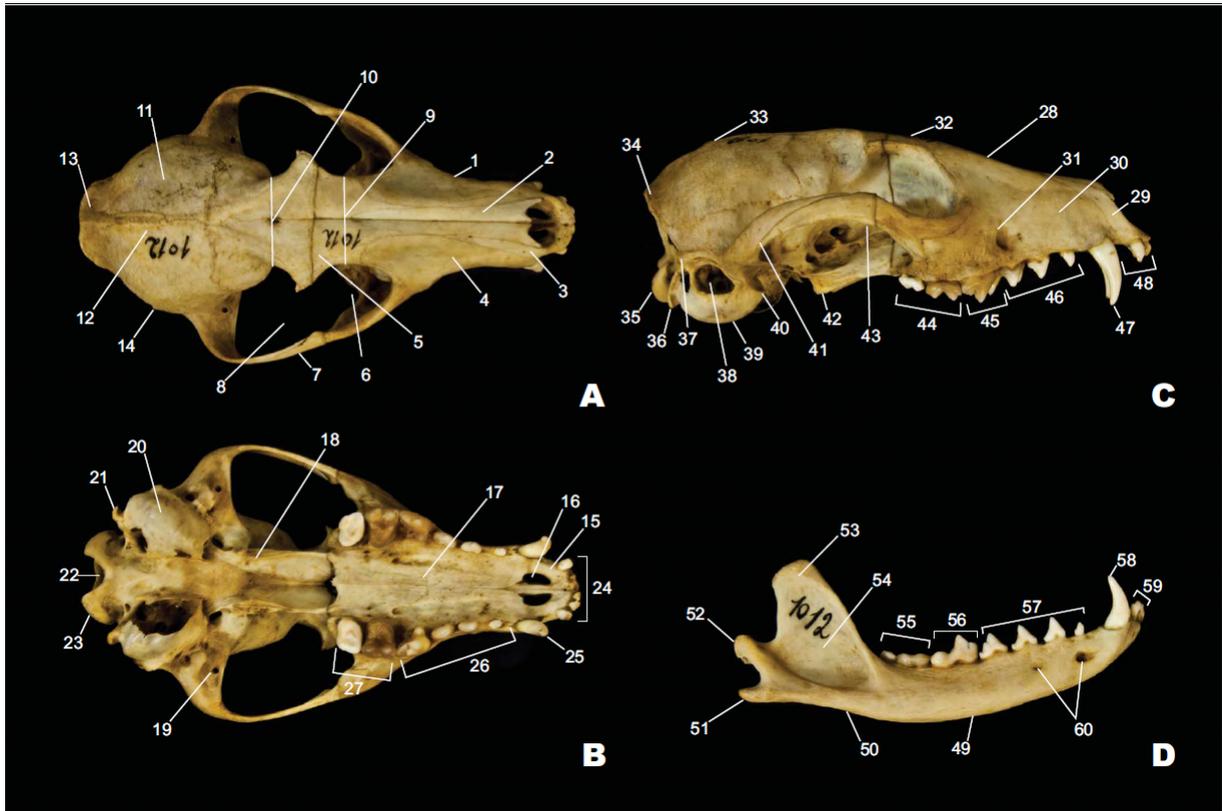
Perfil lateral: o rosto (28) é moderadamente alongado a partir do forame infraorbital (31). O pré-maxilar (29) e o maxilar (30) são robustos. Possui a região frontal (32) levemente inflada. A crista temporal (33) é reduzida mas pode ter a formação de uma pequena crista sagital que varia com a região. A crista occipital (34) é moderadamente desenvolvida e arqueada para baixo. O côndilo occipital (35) e o processo paraoccipital (36) são moderadamente desenvolvidos. O

processo mastóide (37) é moderadamente desenvolvido, o meato acústico (38) de tamanho mediano e a bula auditiva (39) é ovalada. O processo mandibular (40) é desenvolvido. O processo pterigóide (41) possui extremidade voltada para a região caudal do crânio. O esquamosal (42) possui largura média e não é muito arqueado assim como o jugal (43). As cúspides dos molares (44), do carniceiro (45) e dos pré-molares (46) são bem desenvolvidas. O canino (47) é curto e arqueado com a base larga. Os incisivos (48) são reduzidos com i3 um pouco mais desenvolvido a nível lateral, mas com mesma altura.

Descrição da mandíbula

Perfil lateral: o ângulo da mandíbula (49) é reto e alongado. Possui lóbulo subangular (50) desenvolvido. O processo angular (51) é largo e forma um gancho rudimentar ou não forma gancho. O côndilo mandibular (52) é moderadamente desenvolvido. O processo coronóide (53) é possui ângulos retos e diagonais. A fossa pterigóide (54) é aprofundada. Os molares (55) possuem as cúspides desenvolvidas assim como o carniceiro (56). Os pré-molares (57) vão se desenvolvendo mais a partir de p2, com p1 reduzido. O canino (58) é arqueado, reduzido e largo na base. Os incisivos (59) são pouco desenvolvidos, com exceção de i3 que tem desenvolvimento moderado. Os forames mentonianos (60) são aparentes.

Prancha II - *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842)



*vista do crânio em A – perfil dorsal, B – perfil ventral, C – perfil lateral; e da mandíbula D – perfil lateral. O comprimento total do crânio é 10.93 cm. Espécime ilustrado: MZUSP 1012.

Descrição do crânio

Perfil dorsal: a partir do arco zigomático, o crânio possui formato alongado triangular. O rostró (1) é alongado e se afila após o forame infraorbital. O nasal (2) é alongado, apresentando variação na largura a partir do pré-maxilar (3) e se estendendo além do início da borda do maxilar (4). O frontal (5) é bem reduzido e estreito. A órbita (6) é arredondada e ampla. O arco zigomático (7) é delgado e alongado. A fossa temporal (8) é bem ampla. O processo interorbital (9) é muito estreito, assim como a constrição pós-

orbital (10) possuindo largura similar. A caixa craniana (11) é arredondada e oval. A crista temporal (12) é variável dependendo do espécime. A crista occipital (13) possui a mesma largura em toda a sua extensão, mas é reduzida. O processo mastóide (14) é pouco desenvolvido.

Perfil ventral: O pré-maxilar (15) forma parte do forame incisivo (16) arredondado. O palato (17) é mais estreito até p3 e se prolonga após os molares. O processo pterigóide (18) é alongado. A fossa mandibular (19) é desenvolvida. A bula auditiva (20) é bem inflada. O processo paraoccipital (21) tem desenvolvimento médio e é arqueado no sentido frontal do crânio. O forame magno (22) é amplo e o côndilo occipital (23) bem desenvolvido. Os incisivos (24) são de tamanhos similares, o canino (25) é estreito e alongado. Os pré-molares (26) não são muito desenvolvidos e os molares (27) tendem para o formato retangular com borda arredondada.

Perfil lateral: o rosto (28) é curto a partir do forame infraorbital (31). O pré-maxilar (29) e o maxilar (30) são delgados. Não possui a região frontal inflada (32). A crista temporal (33) é pouco proeminente. A crista occipital (34) é pouco desenvolvida e arqueada para baixo. O côndilo occipital (35) e o processo paraoccipital (36) são medianamente desenvolvidos. O processo mastóide (37) é pouco desenvolvido, o meato acústico (38) é grande e a bula auditiva (39) é oval e inflada. O processo mandibular (40) é desenvolvido. O processo pterigóide (41) possui extremidade voltada para a região caudal do crânio. O esquamosal (42) é delgado e arqueado, assim como o jugal (43). As cúspides dos molares (44), do carniceiro (45) e dos pré-molares (46) são reduzidas, mas evidentes. O canino (47) é muito alongado com a base estreita. Os incisivos (48) são reduzidos e não diferem muito de tamanho, até mesmo i3.

Descrição da mandíbula

Perfil lateral: o ângulo da mandíbula (49) é arqueado. Não possui lóbulo subangular (50). O processo angular (51) forma um gancho que afila em direção à sua extremidade caudal. O côndilo mandibular (52) é desenvolvido. O processo coronóide (53) é arredondado. A fossa pterigóide (54) é aprofundada. Os molares (55) são subquadrados e possuem as cúspides desenvolvidas assim como o carniceiro (56). Os pré-molares (57) vão se desenvolvendo a partir de p2, com p1 muito reduzido. O canino (58) é arqueado e largo na base. Os incisivos (59) são pouco desenvolvidos. Os forames mentonianos (60) são aparentes.

ANEXO B - LISTA DE CRÂNIOS DOS ESPÉCIMES DE CANÍDEOS EXAMINADOS

A sequência filogenética abaixo, que inclui os espécimes considerados no presente estudo, constitui a amostra total da qual foram realizadas as observações morfológicas, ilustrações e medições. A classificação adotada foi baseada em Wozencraft (1993, 2005), exceto para itens marcados por asterisco baseados em Tedford et al. (1995; 2009).

Classe Mammalia Linnaeus, 1758

Ordem Carnivora Bowdich, 1821

Subordem Caniformia Kretzoi, 1938

Familia Canidae Fischer, 1817

Subfamilia Caninae, Fischer de Waldheim, 1817*

Tribo Canini, Fischer de Waldheim, 1817*

Subtribo Cerdocyonina, Tedford, Wang e Taylor, 2009*

Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766) (n=258)

MZUSP – 415, 452, 463, 463, 464, 485, 487, 857, 1164, 1165, 1166, 1932, 1933, 1935, 2470, 2472, 2474, 2476, 2477, 2478, 2480, 2481, 2567, 2594, 2595, 2596, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2756, 2757, 2762, 2818, 2831, 2833, 2834, 2835, 2883, 2917, 2919, 3028, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3097,

3098, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3182, 3183, 3340, 3372, 3373, 3504, 3762, 3763, 3777, 3831, 4135, 4215, 4216, 4217, 4218, 4219, 4220, 4221, 6314, 6315, 6636, 6640, 7028, 7149, 7150, 7151, 7912, 8732, 8903, 9011, 9686, 9687, 9692, 19738, 19739, 19741, 19749, 19757, 19793, 19847, 22367, 22368, 22369, 22370, 22372, 22373, 22374, 22375, 28975, 31060, 31989, 34772, 34775, 34776, 34778

MHNCI – 54, 56, 57, 60, 106, 131, 132, 133, 164, 230, 232, 233, 252, 253, 307, 308, 309, 310, 489, 1077, 1293, 1708, 1709, 1710, 1712, 1713, 2421, 2665, 2684, 2742, 3401, 3728, 3809, 3811, 3820, 3826, 3827, 3850, 3923, 3925, 3941, 3945, 3948, 3972, 4012, 4043, 4945, 5575, 5786, 6183, 6184, 6186, 6195, 6198, 17117, S/N

MN – 654, 932, 3036, 3051, 4242, 4243, 4891, 4908, 7576, 10987, 11205, 25005, 25551, 25552, 25553, 25555, 25556, 25557, 25558, 25559, 25597, 25598, 25583, 25590, 25591, 25593, 25594, 25577, 25578, 25599, 25600, 25602, 25603, 25605, 25612, 25688, 29061, 29062, 30585, 32371, 42800, 43968, 46810, 47669, 47670, 63491, 64813, 66235, 68361, 68385, 68386, 71041, 71076, 71084, 71092, 71155, 72769, 72784, 75086, 75090, 3RAM

MHNPUCMINAS-M – 1877, 1878, 1879, 1880, 1888, 2362, 2528, LOM195, LOM210, S/N

UNB – 1880, 1633, 1634, 1687, 1688, 1745, 1746, 1747, 1772, 1773

Lycalopex vetulus (Lund, 1842) (n=47)

MZUSP – 825, 1011, 1012, 1014, 1015, 1016, 1018, 1075, 1076, 1084, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 12040, 13611, 2567

MHNCI – 3026, 6203

MN – 4241, 3037, 71043, 71039, 71093, 71047, 71045, 71160,
71112, 651, 4909, 68180, 71173, 32428, 3044, 3040, 71162,
5151, 3039, 656, 655

MHNPUCCMINAS-M – 1892, 1893

UNB – 1897, 1752

UNEMAT – EL 322, EL 254