

RICARDO AUGUSTO
DIAS

CANIS LUPUS FAMILIARIS: UMA ABORDAGEM
EVOLUTIVA E
VETERINÁRIA

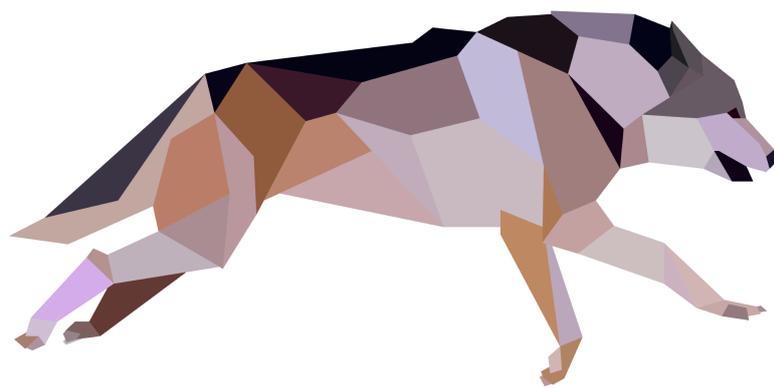
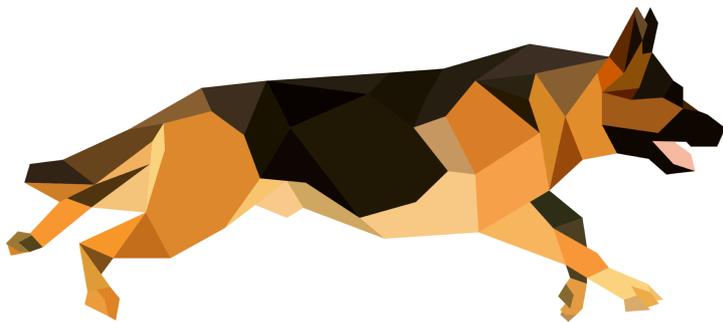


Ilustração Natália Acarine Dias

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

Canis lupus familiaris:
uma abordagem evolutiva e veterinária

Canis lupus familiaris: uma abordagem evolutiva e veterinária

DOI: 10.11606/9788567421179

Ricardo Augusto Dias

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

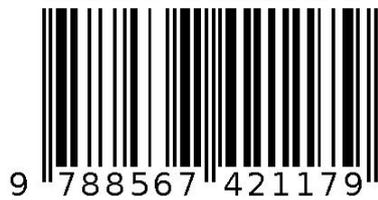
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo
2019

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
Avenida Prof. Dr. Orlando Marques Paiva, 87
São Paulo - SP
Brasil

Publicado no Brasil
pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
© Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2019

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-67421-17-9



ISBN: 978-85-67421-17-9
DOI: 10.11606/9788567421179

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria, proibindo qualquer uso para fins comerciais.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

Dias, Ricardo Augusto

Canis lupus familiaris: uma abordagem evolutiva e veterinária / Ricardo Augusto Dias. -- São Paulo : Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, 2019.

128 p. : il.

ISBN: 978-85-67421-17-9

DOI: 10.11606/9788567421179

1. Cães. 2. Evolução animal. 3. Seleção natural. 4. Controle populacional de animais. 5. Domesticação de animais. I. Título.

LC SF429

Dedico este trabalho àquele que dedicou sua vida à família e aos filhos,
papae (*in memoriam*).

Prefácio

A família Canídea é a mais antiga dentre os carnívoros e dentre suas três subfamílias, somente a Caninae é existente, atualmente. Nesta subfamília, o gênero *Canis* é um dos mais numerosos e o que apresenta a maior distribuição geográfica. As espécies deste gênero possuem o mesmo número de cromossomos e podem formar híbridos férteis na natureza. Apesar dos homens modernos terem surgido muito posteriormente aos lobos, provavelmente uma associação mutualística entre estas espécies pode ter sido responsável pela extinção de diversas espécies, incluindo espécies da megafauna, predadores carnívoros e até mesmo homínídeos, após a invasão da Eurásia. Desde a década de 1990, acreditava-se que os cães domésticos tinham o lobo-cinza (*Canis lupus*) como ancestral, por compartilharem 99,8% do mtDNA. Os cães domésticos, ora classificados como *Canis familiaris*, em 1993, foram então classificados como *Canis lupus familiaris*, uma subespécie do lobo-cinza. Entretanto, é pouco provável que o lobo-cinza tenha sido o ancestral do cão doméstico, pois são animais dificilmente, senão impossivelmente, domesticáveis. Provavelmente, uma espécie de lobo já extinta tenha originado tanto o cão doméstico quanto o lobo-cinza há cerca de 36 mil anos atrás, na Ásia Oriental. Apesar desta teoria ser condizente com achados arqueológicos disponíveis, é difícil corroborá-la, pois várias espécies do gênero *Canis* eventualmente geram híbridos férteis, podendo ter havido intenso fluxo gênico entre o cão e outras espécies. O “proto-cão” teria sido fruto de um processo de domesticação clássica, não intencional. Baseado na baixa probabilidade de domesticação do lobo-cinza, na incompatibilidade comportamental entre estas duas espécies e nos achados moleculares atuais, propõe-se a revisão da classificação sistemática do cão doméstico, seja a reversão para *Canis familiares* ou uma nova classificação. Mesmo que a divergência entre o cão doméstico e seu ancestral tenha ocorrido há cerca de

36 mil anos atrás, este período é considerado curto em termos evolutivos para que diferenças genéticas significativas possam ser observadas. A pressão de seleção humana foi, portanto, crucial neste processo, tendo sido determinada pelo pedomorfismo. A seleção de raças, no entanto, é recente, submetendo os cães ao isolamento reprodutivo ou barreira das raças. Os cruzamentos endogâmicos aos quais os cães foram submetidos resultaram em 370 doenças de origem genética, a maioria herdada de forma autossômica recessiva. As mudanças fenotípicas observadas nos últimos 100 anos predisuseram os cães à acondroplasia, hipocondroplasia e dobras excessivas de pele, por exemplo, tornando-os mais suscetíveis a dificuldades respiratórias, distocias e doenças dermatológicas. O comportamento humano não é perfeitamente compatível com o do cão, portanto algumas posturas agressivas do cão não são reconhecidas de forma inata pelos humanos, levando à agressividade. Geralmente estes eventos são gerados por situações ambivalentes criadas pelos humanos. A proximidade com humanos também proporcionou o aparecimento de doenças zoonóticas, sendo que, dos patógenos conhecidos de carnívoros domésticos, 92% também acometem o homem. Apesar disso, um pequeno número dessas doenças possui elevado potencial zoonótico. Inúmeras metodologias de controle eficaz destas doenças estão disponíveis, sem no entanto terem necessariamente se transformado em políticas públicas.

Sumário

1 História evolutiva do cão doméstico	1
1.1 História evolutiva dos canídeos	2
1.2 Associação com canídeos como sucesso evolutivo da espécie humana	8
1.3 Coevolução de humanos modernos com canídeos	16
1.4 Hipóteses da domesticação do lobo	26
1.5 Padrões comportamentais do lobo	32
1.6 Efeitos da domesticação do lobo	35
1.7 Padrões comportamentais do cão errante	41
1.8 Formação do vínculo homem-cão	47
2 O cão no ambiente antropogênico	52
2.1 O cão doméstico na história humana	53
2.2 Usos do cão pelo homem e desenvolvimento de raças	56
2.3 Agressividade canina	70
2.4 Dinâmica populacional canina	75
2.5 Tendências demográficas da população canina com guardião	79
3 Controle populacional e de zoonoses	83
3.1 Cães e zoonoses	84
3.2 Controle populacional	96
3.3 Controle da raiva canina	100
Referências bibliográficas	103

1 História evolutiva do cão doméstico

1.1 História evolutiva dos canídeos

A origem dos carnívoros é pouco conhecida, mas possivelmente esteja ligada a um mamífero insetívoro ancestral semelhante ao *Cimolestes*. Estes primeiros carnívoros, também conhecidos como Carnivoramorpha, surgiram no início do Paleoceno (há 65-61 milhões de anos), na América do Norte. Apesar de muito distintos dos carnívoros atuais, possuíam uma característica comum, os dentes caninos carniceiros¹.

Dois grupos de Carnivoramorpha coexistiram: Viverravidae e Miacoidea^{2,3}. O primeiro é o grupo mais basal dos Carnivoramorpha, formado por animais insetívoros terrestres de porte médio e o segundo, formado por pequenos animais terrestres ou arborícolas que, possivelmente, eram o elo entre os viverravídeos e os carnívoros. Tanto os viverravídeos como os miacídeos originaram-se na Laurásia (atuais América do Norte e Eurásia), no final do período Paleoceno (há 61-55 milhões de anos), espalhando-se para a Europa no início do Eoceno (há 55-49 milhões de anos)¹. Tanto os viverravídeos quanto os miacídeos extinguíram-se no final do Eoceno (há 37-34 milhões de anos)^{1,4} (Figura 1.1A-C).

Neste mesmo período, os primeiros representantes de diversas famílias de carnívoros surgiram (Canidae, Mustelidae, Ursidae, Amphicyonidae e Nimravidae). Estas famílias, exceto a Nimravidae, constituem a subordem Caniformia. Representantes da segunda subordem de carnívoros, chamada Feliformia, surgiram somente no Oligoceno (há 32-24 milhões de anos)¹.

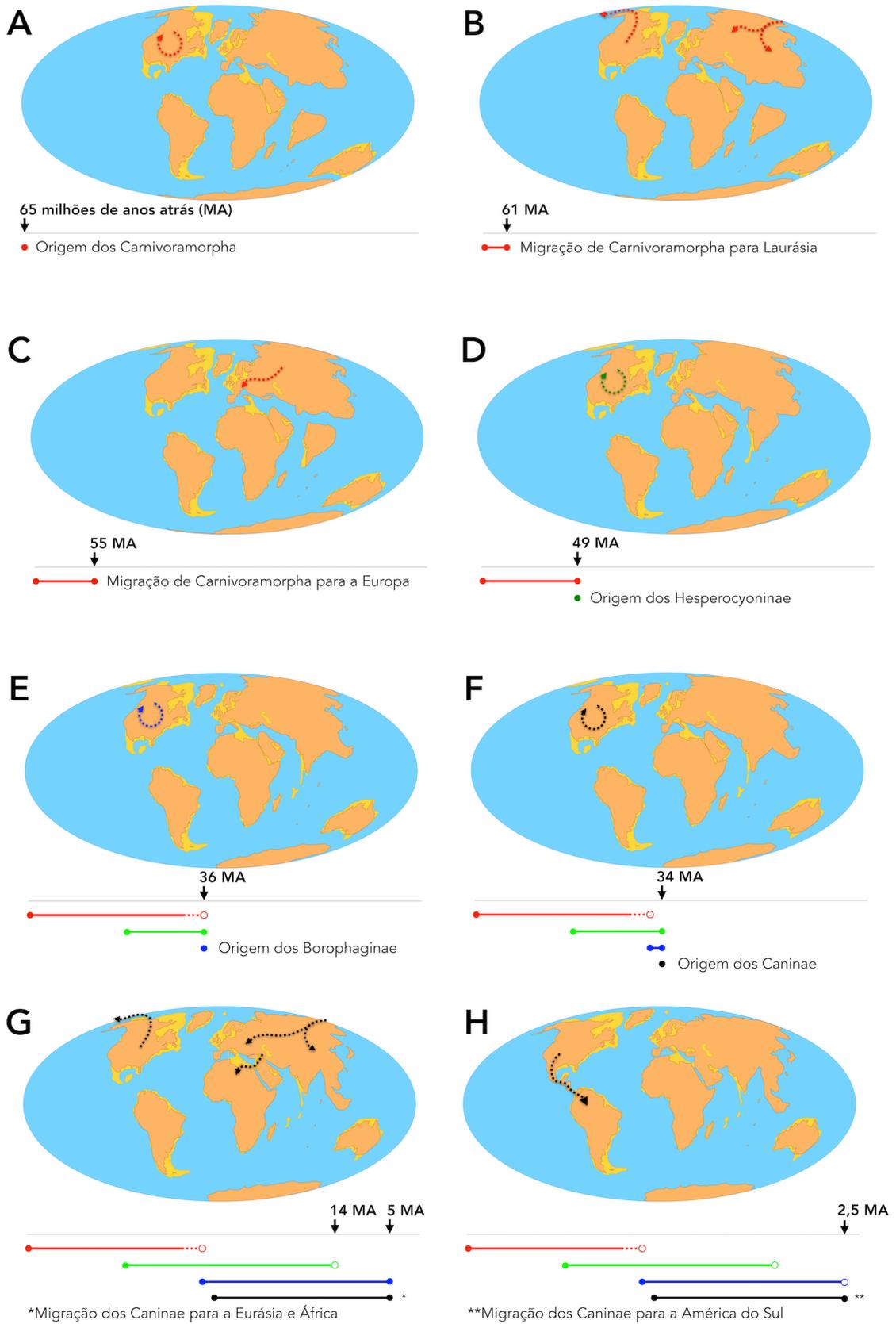
A família Canidae é a mais antiga dentre os caniformes, diferenciando-se das demais há cerca de 49 milhões de anos atrás⁵ (Figura 1.2). A primeira subfamília de canídeos, Hesperocyoninae, constituída de 10 gêneros (26 espécies) endêmicos da América do Norte, extinguiu-se em meados do Mioceno, há 15 milhões de anos⁶ (Figura 1.1D). Enquanto os primeiros representantes desta subfamília apresentavam porte pequeno a médio,

animais de maior porte e com dieta hipercarnívora também evoluíram durante o Oligoceno, tendo atingido sua diversidade máxima no final desta época¹.

A segunda radiação de canídeos se deu por representantes da subfamília Borophaginae, originária da subfamília Hesperocyoninae. Esta subfamília era constituída de 15 gêneros (66 espécies), também endêmicos da América do Norte, originando-se no início do Oligoceno (há 36 milhões de anos) e extinguindo-se no final do Plioceno (há 2,5 milhões de anos)⁷, devido à competição com outros canídeos¹ (Figura 1.1E). Ao contrário da subfamília Hesperocyoninae, os animais desta subfamília possuíam maior porte e maior diversidade fenotípica⁸.

A última radiação de canídeos se deu pela subfamília Caninae, composta por 20 gêneros (77 espécies), sendo sete deles atualmente extintos (42 espécies). Esta subfamília originou-se no início do Mioceno (há 34 milhões de anos), também na América do Norte⁹ (Figura 1.1F). Diferente das duas outras subfamílias, apresentou grande dispersão geográfica, atingindo a Eurásia no final do Mioceno (há 5 milhões de anos)¹⁰ através da ligação de terra com a América do Norte (existente até cerca de 10 mil anos atrás) e a África e a Ásia, em seguida, no início Plioceno¹. Os canídeos atingiram a América do Sul somente no final do Plioceno e início do Pleistoceno (há 3 milhões de anos), a partir da formação do istmo do Panamá¹¹ (Figura 1.1G-H).

Figura 1.1 - Radiações dos canídeos.



Fonte primária: Continental drift por Jean Besse, Institut de Physique du Globe de Paris.

Figura 1.2 - Representantes das subfamílias Hesperocyoninae (A), Borophaginae (B) e Caninae (C), da família Canidae.

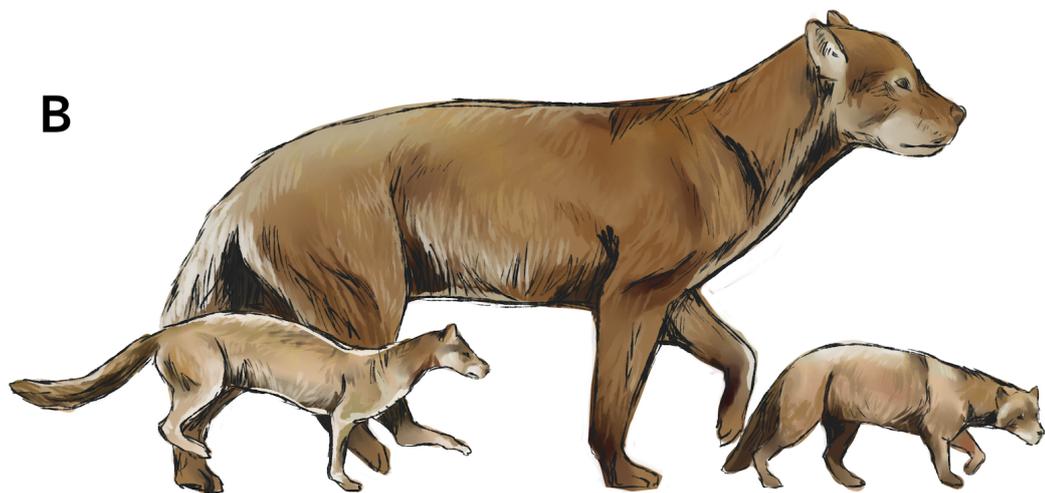


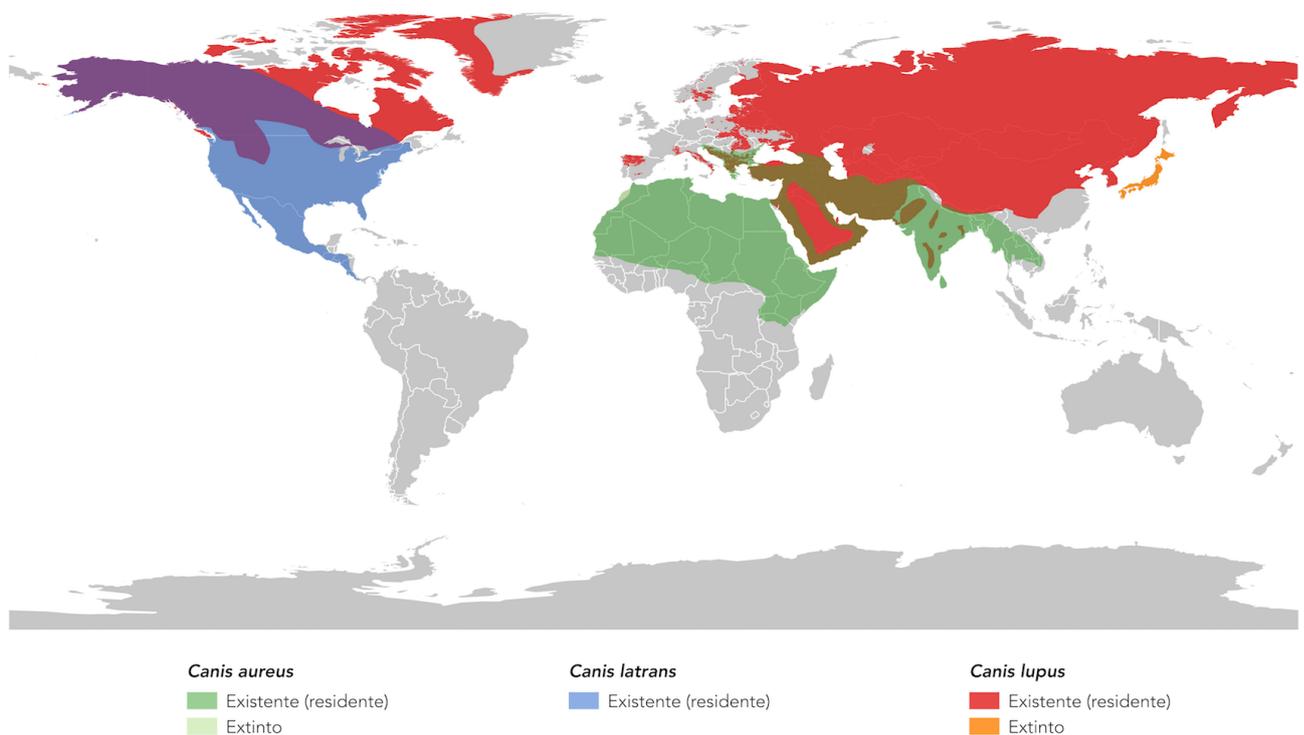
Ilustração: Natália Acarine Dias.

A diversidade genética dos canídeos permaneceu baixa por praticamente todo o Mioceno, porém, após o declínio dos borofagíneos na América do Norte e dos hienídeos na Eurásia, um grande pulso de diversificação iniciou-se no início do Plioceno¹. Nestes novos ambientes, os canídeos encontraram novas condições climáticas, presas e outros recursos, além de se submeterem a isolamento geográfico, o que possibilitou processos intensos de especiação.

Atualmente, existem 35 espécies de canídeos, distribuídos em 12 gêneros, agrupados em duas linhagens que divergiram entre 10-9 milhões de anos atrás: lobos (tribo Canini) e raposas (tribo Vulpini)¹². Os gêneros *Atelocynus*, *Cerdocyon*, *Chrysocyon*, *Lycalopex* e *Speothos* são endêmicos da América do Sul. O gênero *Urocyon* ocorre na América do Norte e América do Sul, o gênero *Nyctereutes* na Eurásia, o gênero *Cuon* na Ásia e os gêneros *Lycaon* e *Otocyon* na África. Os gêneros *Vulpes* e *Canis* apresentam o maior número de espécies (12 e 6, respectivamente) e a maior distribuição geográfica (só não ocorrem na América do Sul) dentre todos os gêneros da família Canidae¹³.

Um grupo formado pelo chacal (*Canis aureus*), coiote (*Canis latrans*) e pelo lobo-cinza (*Canis lupus*) divergiu dos demais membros do gênero *Canis* entre 4-3 milhões de anos¹⁴. Apesar destas três espécies originalmente ocuparem áreas distintas do globo (*C. aureus* no Norte da África, Oriente Médio e Indochina; *C. latrans* na América do Norte; *C. lupus* na Eurásia, América do Norte, Oriente Médio e Norte da África)¹² (Figura 1.3), possuem o mesmo número de cromossomos (78) e podem formar híbridos.

Figura 1.3 - Distribuição geográfica máxima do lobo-cinza (*Canis lupus*), chacal (*Canis aureus*) e coiote (*Canis latrans*).



Fonte primária: WWF WildFINDER (www.worldwildlife.org/pages/wildfinder).

Até a década de 1990, acreditava-se que o cão doméstico fosse um híbrido destas três espécies, sendo considerado uma espécie distinta, denominada *Canis familiaris* (C. Linnaeus, 1758)¹⁵, apesar de possuir múltiplos ancestrais. Darwin também afirmara que o cão é derivado de diversas espécies¹⁶. Com o desenvolvimento de técnicas moleculares de comparação de sequências genéticas, verificou-se que o cão doméstico compartilha 99,8% do DNA mitocondrial (mtDNA) com o lobo-cinza (*C. lupus*), sugerindo a existência de um ancestral único¹⁷. Por se acreditar que o cão doméstico seria uma subespécie do lobo-cinza, fora denominado *Canis lupus familiaris*¹⁸. Esta classificação, ora condizente com este achado molecular, é discutida neste capítulo.

1.2 Associação com canídeos como sucesso evolutivo da espécie humana

O homem moderno (*Homo sapiens*) surgiu na África Oriental, há cerca de 200 mil anos¹⁹. Desde o início de sua evolução, apresentou a capacidade de caçar animais da mega-fauna, principalmente os proboscídeos. Isto foi possível por conta da caça cooperativa e do uso de lanças projéteis, aumentando o sucesso no abate desses animais e diminuindo o risco de morte durante a empreitada²⁰. O *Homo sapiens* é considerada a espécie invasora mais especializada²⁰. As boas condições climáticas africanas podem ter possibilitado a exploração de novas áreas e a predação de novas espécies animais, mesmo que não deliberadamente. Desta forma, alcançou o Oriente Médio entre 70-60 mil anos atrás, utilizando uma passagem de terra existente com a África²¹. Assim que invadiram a Eurásia, os humanos modernos entraram em contato com uma outra espécie de homínido, o *Homo neanderthalensis* ou Neandertal, que ocupava este continente desde 250-200 mil anos atrás. Entre 71-60 mil anos atrás, uma época de instabilidade climática promoveu a desertificação de áreas temperadas, causando a alternância de ocupação do Oriente Médio entre humanos modernos e Neandertais, estes expulsos definitivamente desta região há 45 mil anos atrás.

Os humanos modernos colonizaram a Ásia Oriental, em diversas ondas, entre 70-60 mil anos atrás²² e a Europa, entre 43-42 mil anos atrás²³. Após um período muito curto de coevolução após os humanos modernos terem alcançado a Europa, os Neandertais foram extintos, embora não seja possível atribuir este fato a um evento único²⁰. Este curto período foi necessário somente para que os humanos modernos se espalhassem e aumentassem sua densidade demográfica, deslocando os Neandertais para áreas periféricas. A costa mediterrânea da Península Ibérica foi o último refúgio europeu dos Neandertais, tendo desaparecido entre 46,3-33,3 mil anos atrás²⁴. O último

refúgio asiático dos Neandertais foi a caverna de Mezmaiskaya, na Rússia, entre 44,6-42,9 mil anos atrás²⁵. A teoria mais aceita da extinção do Neandertal é a invasão da Eurásia pelo homem moderno, uma vez que é pouco provável que as mudanças climáticas ocorridas entre 71-60 mil anos tenham, *per se*, causado sua extinção, uma vez que existe o registro de somente uma espécie de mamífero extinta por conta de mudanças ambientais²⁰. A perda de vegetação decorrente destas mudanças climáticas pode ter ocasionado a expansão das estepes frias. Se os Neandertais eram caçadores oportunistas e não projetavam suas lanças, se escondendo em moitas e desferindo golpes nas presas que se aproximavam até as dominarem, a perda de vegetação pode ter diminuído seu sucesso de caça. Os humanos modernos, por sua vez, perturbaram o ambiente e os ecossistemas desde sua chegada à Eurásia, tendo levado à extinção espécies da megafauna, como os mamutes (*Mammuthus* sp.), entre 32-15 mil anos atrás²⁰, contribuindo direta e indiretamente para a extinção dos Neandertais. Ao redor de 39,3 mil anos atrás, uma grande erupção vulcânica no sul da Itália cobriu a Europa Central e Oriental de cinzas, contribuindo ainda mais com as alterações ambientais deste período. É paradoxal o fato dos Neandertais não terem conseguido se valer do conhecimento pregresso da fauna e da flora eurasiáticas para obterem vantagem sobre os invasores. O sucesso invasivo do humano moderno pode ser, desta forma, atribuído à sua capacidade dispersiva e à sua flexibilidade dietária, apesar de se reproduzirem lentamente.

A competição entre duas espécies que ocupam o mesmo nicho ecológico, não gerem híbridos e sejam simpátricas pode ser explicada pela lei de exclusão competitiva, quando uma espécie conduz uma outra para áreas periféricas ou a extingue²⁶. O cruzamento entre *Homo sapiens* e *H. neanderthalensis* foi muito baixo, de 0% para mtDNA e 1-4% para DNA

nuclear²⁷. Ambas as espécies eram predadoras-topo, caçadoras, produziam ferramentas, dominavam o fogo, eram sociais e possuíam sistemas de comunicação.

Os Neandertais obtinham proteína de animais da mega-fauna, da mesma forma que os predadores carnívoros da época. Não há evidências de que consumiam animais aquáticos e apresentavam dieta estável e adaptação trófica. Os humanos modernos também consumiam animais terrestres de grande porte, mas apresentavam maior variabilidade dietária, consumindo também peixes e animais de pequeno porte²⁸. A participação das plantas na dieta pode ser determinada pela análise da composição isotópica de ossos e dentes de fósseis. Entretanto, estes estudos são de difícil execução, pois a química do solo, chuvas e outros fatores ambientais influenciam as medições²⁰.

Ambas as espécies de homínídeos foram competidoras dietárias nas áreas onde coexistiram, caçando herbívoros em áreas abertas²⁹. Porém, os Neandertais possuíam maior rigidez trófica e baixa variabilidade dietária, mesmo em situações de flutuações climáticas e ecológicas³⁰. A competição com o homem moderno foi uma causa primária mas não exclusiva da extinção dos Neandertais, pois além do compartilhamento do mesmo nicho ecológico, houve aumento da área de uso da espécie invasora e diminuição da espécie nativa.

As mudanças climáticas, por sua vez, alteraram as áreas de uso das presas e dos próprios Neandertais que, por sua inflexibilidade dietária, tornaram-se susceptíveis a doenças, evidenciado por achados de hipoplasia óssea e dentária^{31,32} além de os posicionarem próximos da capacidade de suporte do ambiente²⁰. Este fato é corroborado pelas evidências de canibalismo entre os Neandertais em situações de fome extrema³³.

A baixa densidade populacional dos Neandertais ao redor de 50 mil anos atrás, se comparada à dos homens modernos³⁴, ocasionou uma baixa diversidade genética populacional, seja decorrente de extinções parciais ou gargalo populacional³⁵. Não há evidências de matança de Neandertais por humanos modernos, uma vez que há poucos sítios arqueológicos com ossos das duas espécies²⁰. Os Neandertais devem ter simplesmente evitado territórios ocupados pelos humanos modernos.

Os Neandertais possuíam corpos mais volumosos, musculosos e ossos mais espessos, apresentando maior taxa metabólica se comparados aos humanos modernos. Eram mais ativos, apresentando também uma maior demanda energética diária. O homem moderno, por sua vez, apresenta uma menor demanda metabólica e um menor gasto energético diário, o que gerou maior vantagem evolutiva sobre o Neandertal^{36,37}. A vantagem tendia para os Neandertais, pois estes viviam em climas mais amenos e os humanos modernos, em climas mais quentes. A competição tornava-se mais aguda em épocas frias, especialmente na Europa. Entretanto, iniciando-se há 45 mil anos atrás, os humanos modernos desenvolveram agulhas feitas de ossos, utilizando-as para a fabricação de roupas, feito não alcançado pelos Neandertais. Além disso, os humanos modernos possuíam lareiras e abrigos mais eficientes³⁸. O uso de armas projéteis também auxiliava o homem moderno na conservação de energia.

Tanto Neandertais quanto humanos modernos se sobrepunham em suas preferências por presas, que também se sobrepunham às preferências dos predadores carnívoros da época. Entre predadores competidores, observa-se diferenças no uso de habitats, a fim de diminuir a competição. Neandertais eram caçadores de emboscada ecotonais e os humanos modernos, especialistas em estepes. Ainda assim, ambos tinham que competir com leopardos (*Panthera pardus*), hienas-das-cavernas (*Crocuta crocuta spelaea*) e,

em alguma extensão, com lobos-cinza (*Canis lupus*) e cães-selvagens-asiáticos (*Canis alpinus*). Para amenizar a competição com estas espécies, caçavam durante o dia, evitando o encontro com predadores noturnos. Os efeitos da competição intra-guilda foi a extinção não somente dos Neandertais (*Homo neanderthalensis*), mas das hienas-das-cavernas e cão-selvagem-asiático ao redor de 40 mil anos atrás, o declínio do leão-das-cavernas (*Panthera spelaea*) entre 45-35 mil anos atrás (extinto há 25 mil anos), o declínio do leopardo há 40 mil anos atrás e a extinção do dente-de-sabre (*Homotherium latidens*) há 28 mil anos atrás, na Europa. Os ursos-das-cavernas (*Ursus spelaeus* e *Ursus ingressus*) foram extintos entre 28-25 mil anos atrás, apesar de serem herbívoros estritos, devido à competição por abrigos com hominídeos. O urso marrom (*Ursus arctos*) escapou da competição trófica com hominídeos por se adaptarem a uma dieta mais herbívora e sobrevivem até hoje. Estes animais abrigam-se em diversos tipos de locais, não somente cavernas²⁰.

A competição com outros predadores deve ter forçado os Neandertais a desossarem as presas no local de abate para, só então, carregarem a carne para os locais de abrigo, evitando carregar o peso de grandes carcaças e o perigo de permanecerem vulneráveis no local de abate. Isto é evidenciado pela discrepância dos remanescentes faunais e Neandertais, além de leituras isotópicas²⁰. Os humanos modernos, por sua vez, defendiam e controlavam carcaças, evitando o uso pelos Neandertais ou outros predadores. Nestes locais, matavam lobos que provavelmente eram atraídos pelas carcaças, utilizando a sua pele para a fabricação de roupas. A pele do lobo é significativamente mais macia que a pele de mamutes, esta última, preferencialmente utilizada pelos Neandertais. A matança de lobos era rara entre os Neandertais²⁰. A maioria dos achados de ossos de canídeos junto a ossos de humanos modernos são provenientes de mega-sítios de ossadas de mamutes, humanos e canídeos, chamados de coleção faunística, o que pode

ser um sinal de proximidade entre humanos e canídeos e do início de uma associação mutualística, mesmo que de uma forma não deliberada ou intencional.

Possuir uma aliança com um canídeo pode ter auxiliado no sucesso de caça da maior espécie da Eurásia, o mamute, em números significativos e a retenção destas carcaças pelo humano moderno. Se uma associação bem sucedida com um canídeo realmente ocorreu, estes mega-sítios são a maior expressão do sucesso evolutivo dos humanos modernos, devido à obtenção de mais proteína animal, mais rapidamente e com menor esforço (Figura 1.4). Cães modernos, por exemplo, localizam presas mais rápida e eficazmente e mantêm-se no local até a chegada dos humanos para a matança²⁰. A caça cooperativa pode ter aumentado significativamente o peso médio das carcaças obtidas pelos caçadores humanos, ao associar-se com um canídeo³⁹. Lobos fazem o mesmo, porém não se associam a humanos. Sugere-se que a associação com canídeos tenha proporcionado a obtenção de mais presas, em maior variedade, possibilitando que animais maiores fossem caçados enquanto o esforço para isso diminuísse, proporcionando uma nova maneira de explorar o ambiente.

Figura 1.4 - Representação de um grupo formado por humanos e canídeos.



Ilustração: Natália Acarine Dias.

As vantagens da associação humana com um “proto-cão” seriam, portanto, a economia de energia, o aumento da disponibilidade de alimentos e, por consequência, o aumento da fertilidade⁴⁰. Estes canídeos podem também ter auxiliado na guarda das carcaças, defendendo-as de outros predadores. A caça era uma atividade masculina⁴¹ durante o Paleolítico (de 2,6 milhões a 10 mil anos atrás) e os “proto-cães” podem ter auxiliado na defesa de mulheres e crianças de outros animais enquanto os homens caçavam, aumentando indiretamente o sucesso reprodutivo humano. O ataque de lobos pode ter motivado a sua matança pelos humanos, uma vez que lobos são territorialistas extremos e, ao viajarem com humanos para novas áreas, podem ter inclusive sofrido o efeito da agressividade de outros lobos. Os “proto-cães” também forneciam pele para vestimentas e serviam de alimento⁴². Considerando que a aproximação dos humanos com os “proto-

cães” diminuiu a susceptibilidade à escassez de alimento e a proteção contra o ataque e competição com outros predadores²⁰, essa associação pode ter favorecido não só a extinção de outros predadores, mas também contribuído para a extinção do último Neandertal.

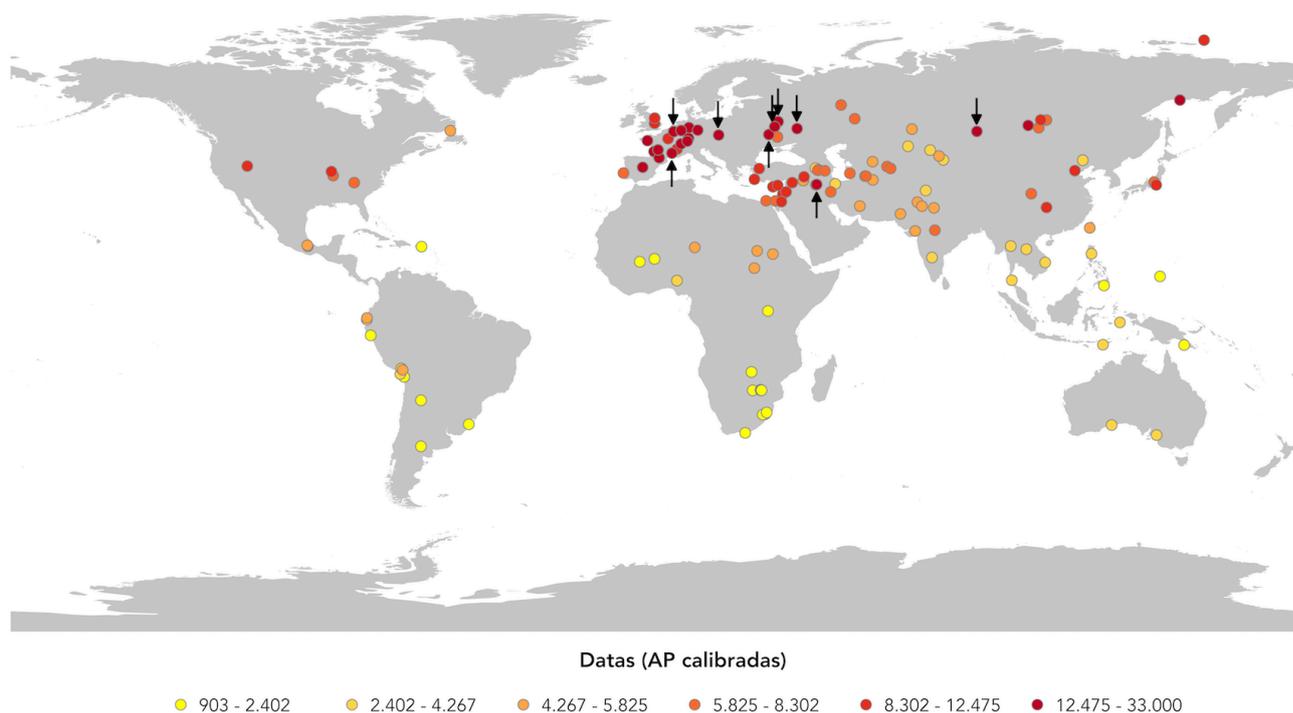
1.3 Coevolução de humanos modernos com canídeos

A existência de uma associação de humanos com canídeos só ocorreu depois da invasão da Eurásia, apesar da existência de diversas espécies de carnívoros na África, como o chacal (*Canis aureus*), o cão-selvagem-africano (*Lycaon pictus*), os lobos etíopes (*Canis simensis*), as hienas (*Crocuta crocuta*), os guepardos (*Acinonyx jubatus*) e os leões (*Panthera leo*). Nenhuma destas espécies jamais fora domesticada.

O lobo-cinza (*Canis lupus*) é o animal existente geneticamente mais próximo do cão doméstico⁴³. Apesar disso, o ancestral exato do cão, o número de eventos de domesticação e as suas origens temporais e geográficas ainda são obscuras⁴⁴. Apesar de algumas evidências genéticas sugerirem que a diferenciação do cão doméstico a partir do seu ancestral tenha ocorrido entre 16-11 mil anos atrás⁴⁵⁻⁴⁹ e provavelmente se iniciado na Ásia Oriental⁴³, mais especificamente no Tibete⁵⁰, as evidências fósseis de canídeos similares a cães são anteriores ao último Glacial Máximo (há 36 mil anos atrás)⁵¹⁻⁵⁵.

Ossos de humanos e de lobos enterrados lado a lado foram encontrados no oeste da China, em Zhoukoudian, datados de 300 mil anos atrás e no sul da França, na caverna de Lazaret, datados de 150 mil anos atrás⁵⁶. Crânios de cães foram encontrados na Bélgica (caverna de Goyet, de 32 mil anos atrás), na França (caverna de Chauvet, de 26 mil anos atrás) e na Ucrânia (de 15 mil anos atrás)^{51,56}. Ossos de humanos e de cães enterrados lado a lado foram encontrados na Alemanha, em Benn-Oberkassel (14 mil anos atrás), em Israel, em Ein Mallaha (12 mil anos atrás) e em Utah, nos Estados Unidos (11 mil anos atrás)⁵⁶. Vários outros achados arqueológicos de humanos enterrados junto canídeos foram encontradas entre 17-7 mil anos atrás⁵⁷⁻⁶². Uma compilação dos achados arqueológicos⁶³⁻⁶⁵ de cães e proto-cães pode ser encontrada na Figura 1.5.

Figura 1.5 - Evidências fósseis de canídeos associados ou não a humanos.



Fontes primárias: Larson G, Karlsson EK, Perri A, Webster MT, Ho SYW, Peters J, Stahl PW, Piper PJ, Lingaas F, Fredholm M, Comstock KE, Modiano JF, Schelling C, Agoulnik AI, Leegwater PA, Dobneyr K, Vigne JV, Vilà C, Andersson L, Lindblad-Toh K, 2012. Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *P Natl Acad Sci USA*, 109(23): 8878–8883; Frantz LAF, Mullin VE, Pionner-Captain M, Labresseur O, Ollivier M, Perri A, Linderholm A, Mattiangeli V, Teasdale MD, Dimopoulos EA, Tresset A, Duffraisse M, McCornick F, Bartosiewicz L, Gál E, Nyerges EA, Sablin MV, Bréhard S, Mashkour M, Balasescu A, Gillet B, Hughes S, Chassaing O, Hitte C, Vigne JD, Dobney K, Bradley DG, Larson G, 2016. Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic dog. *Science*, 352(6290): 1228-1231; Guedes-Milheira R, Loponte DM, Garcia-Esponda C, Acosta A, Ulguim P, 2016. The first record of a Pre-Columbian domestic dog (*Canis lupus familiaris*) in Brazil. *Int J Osteoarchaeol*, DOI: 10.1002/02.2546. Setas indicam “proto-cães”.

Evidências arqueológicas são de interpretação controversa, pois é difícil discriminar entre ossos de lobos e cães e nem todas as regiões do planeta foram exploradas arqueologicamente com este objetivo⁸, porém é curioso notar que evidências fósseis de cães anteriores a 8.000 anos atrás não tenham sido descobertas na Eurásia Central⁶⁴. O fato de serem eventualmente

enterrados com seus mestres pode ter sido uma expressão de afetividade com os cães, raramente observada com outras espécies domesticadas.

A descoberta de que lobos-cinza provenientes de locais distantes tais quais China, Israel e Croácia sejam geneticamente relacionados com o cão moderno⁴⁸ gerou duas hipóteses: (a) de que os cães tenham sido domesticados anteriormente à diversificação das populações de lobos-cinza atuais ou (b) que os ancestrais selvagens dos cães domésticos tenham se extinguido⁴⁴. Duas evidências corroboram a última hipótese: (1) a descoberta de uma população de lobos distinta morfologicamente do lobo-cinza, adaptada a presas mega-faunais no final do Pleistoceno (entre 12,5-10 mil anos atrás) na região da Beringia (localizada no estreito de Bering, submersa após a separação da passagem seca entre a Ásia e a América do Norte)⁶⁶ e (2) a evidência da substituição das populações de lobos-cinza europeus por lobos-cinza eurasiáticos no Holoceno (cerca de 10 mil anos atrás), a partir de análises de mtDNA⁶⁷. Desta forma, o ancestral silvestre do cão doméstico pode ter sido uma espécie de lobo geneticamente distinta do lobo-cinza, que tenha habitado o bioma tundra-estepe no final do Pleistoceno⁴⁹ e que tenha sido substituída por uma população de lobos de pequeno porte (possivelmente por uma expansão pós-glacial) que deu origem à diversidade genética do lobo-cinza atual⁴⁴.

Uma evidência de que a divergência do cão doméstico e linhagens de lobos tenha ocorrido antes de 16-11 mil anos atrás foi a descoberta de uma costela de um canídeo coletado na Península de Tamir, na Rússia, em 2010. Este material foi identificado como tendo sido proveniente de um lobo, através da análise de uma região do gene 16S do rRNA mitocondrial, datada de 35 mil anos atrás. Esta espécie extinta de lobo foi identificada como simetricamente relacionada tanto com lobos-cinza quanto com cães domésticos, sugerindo a divergência simultânea dessas três espécies

(trifurcação) entre 40-27 mil anos atrás⁴⁴. Este achado molecular é consistente com os achados paleontológicos de ossadas humanas enterradas com canídeos anteriores a 36 mil anos atrás⁵¹⁻⁵⁵ e com evidências que os cães já domesticados tenham sido introduzido nas Américas entre 14-12 mil anos atrás pelos primeiros colonizadores humanos⁶⁸.

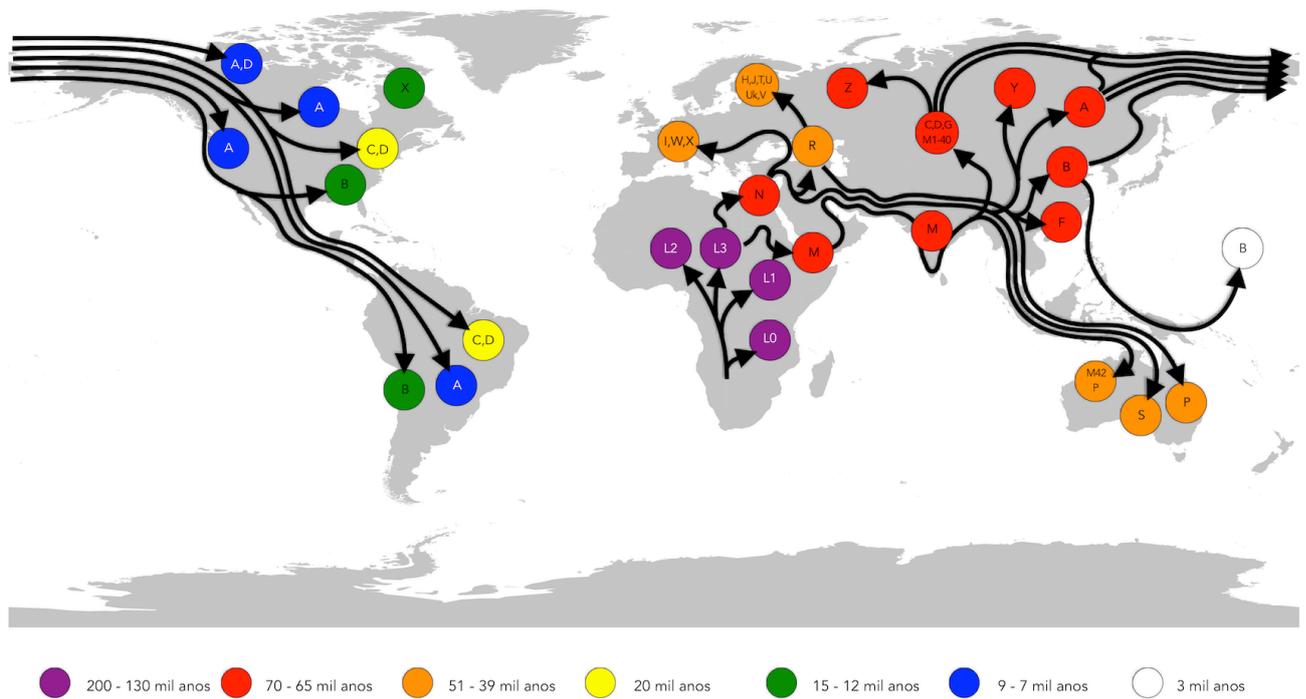
Evidências genéticas atuais apontam, portanto, que a domesticação do cão doméstico tenha ocorrido anteriormente a 36 mil anos atrás, a partir de uma espécie extinta de lobo, dando origem a um “proto-cão”. Para que isso ocorresse, seria necessária a coevolução desta espécie de lobo com humanos, sendo o proto-cão resultante de um processo de domesticação inicial não intencional.

Um estudo utilizando 59 sequências de mtDNA de cães europeus de 14.000-3.000 anos atrás, um genoma nuclear de um cão datado de 4.800 anos atrás do complexo de tumbas neolíticas de Newgrange (Irlanda), 80 genomas completos de cães modernos e 605 cães modernos genotipados por polimorfismo de nucleotídeo único (SNP), mostrou uma separação genética entre populações de cães da Ásia Oriental e da Eurásia Ocidental (Europa e Oriente Médio)⁶⁴. O cão de Newgrange agrupou-se com os cães europeus, demonstrando que o nó separando os clados da Ásia Oriental e da Eurásia Ocidental é anterior a 4.800 anos atrás, apontando para uma profunda separação filogenética⁶⁴. A reconstrução populacional histórica dos cães a leste e a oeste da Eurásia revelou que logo após sua divergência a partir do núcleo da Ásia Oriental, provavelmente devido à subsequente translocação de cães do leste para o oeste entre 14.000 e 6.400 anos atrás, levou à substituição parcial de linhagens de cães europeus que já estavam ali presentes há pelo menos 15.000 anos⁶⁴.

Como mencionado anteriormente, os humanos modernos iniciaram a ocupação do Oriente Médio há 70-60 mil anos atrás²¹ e colonizaram a Ásia

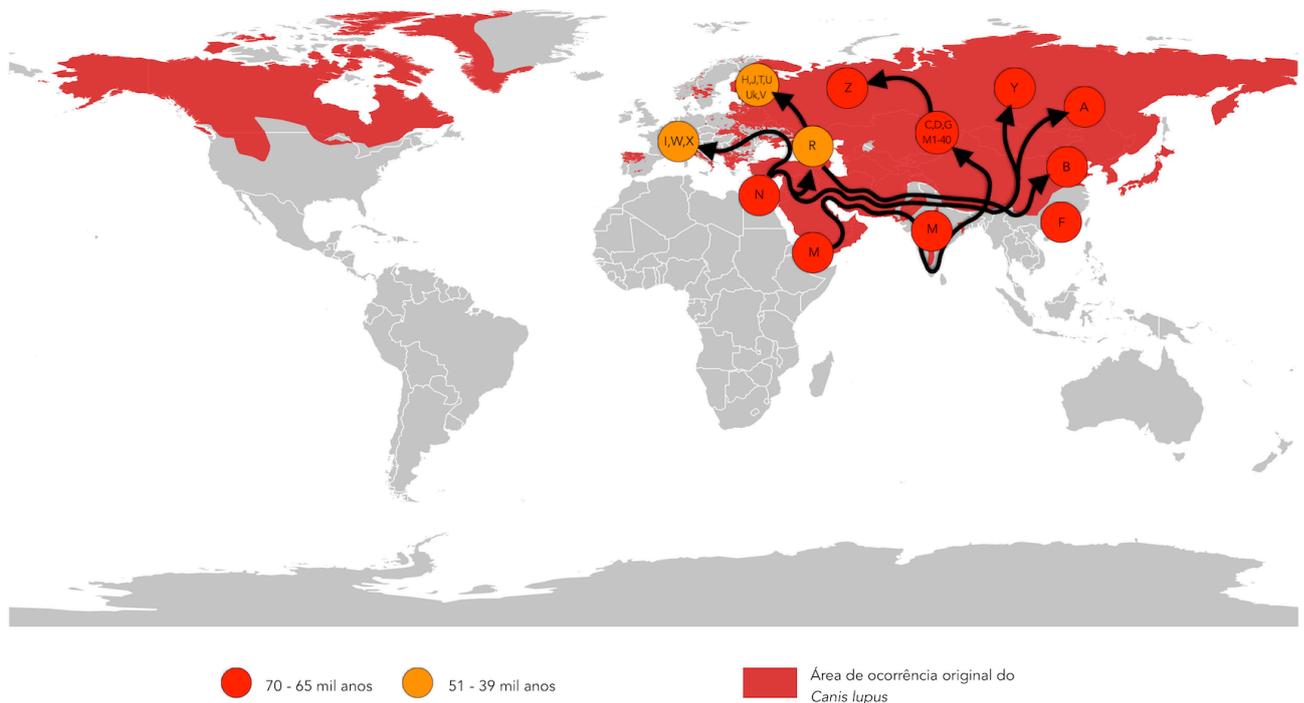
Oriental, em diversas ondas entre 70-60 mil anos atrás²². A Austrália teria sido alcançada há 48 mil anos atrás²² e a Europa teria sido colonizada entre 43-42 mil anos atrás²³. Ao final da última era glacial (há cerca de 20 mil anos), houve uma grande expansão humana, em diversas ondas, para a Ásia Ocidental, Sibéria, Europa e, através do Estreito de Bering, para a América do Norte. Os humanos teriam alcançado a América do Norte entre 20-15 mil anos atrás através do Estreito de Bering⁶⁹. As migrações pré-históricas de humanos podem ser determinadas pela distribuição espaço-temporal dos haplótipos de mtDNA (Figura 1.6A). Com base nas datas de ocupação humana dos continentes e na distribuição geográfica original do *Canis lupus*, corrobora-se a tese de que as primeiras domesticações de lobos possam ter acontecido de forma assincrônica em diversas regiões da Eurásia (Figura 1.6B).

Figura 1.6A - Migrações humanas pré-históricas, representadas pelos haplótipos de mtDNA.



Fonte primária: Mitomap (mitomap.org/pub/MITOMAP/MitomapFigures/WorldMigrations2013.pdf).

Figura 1.6B - Sobreposição das rotas migratórias humanas na Eurásia e expansão geográfica máxima do lobo-cinza (*Canis lupus*).



Fontes primárias: Mitomap (www.mitomap.org/pub/MITOMAP/MitomapFigures/WorldMigrations2013.pdf) e WWF WildFINDER (www.worldwildlife.org/pages/wildfinder).

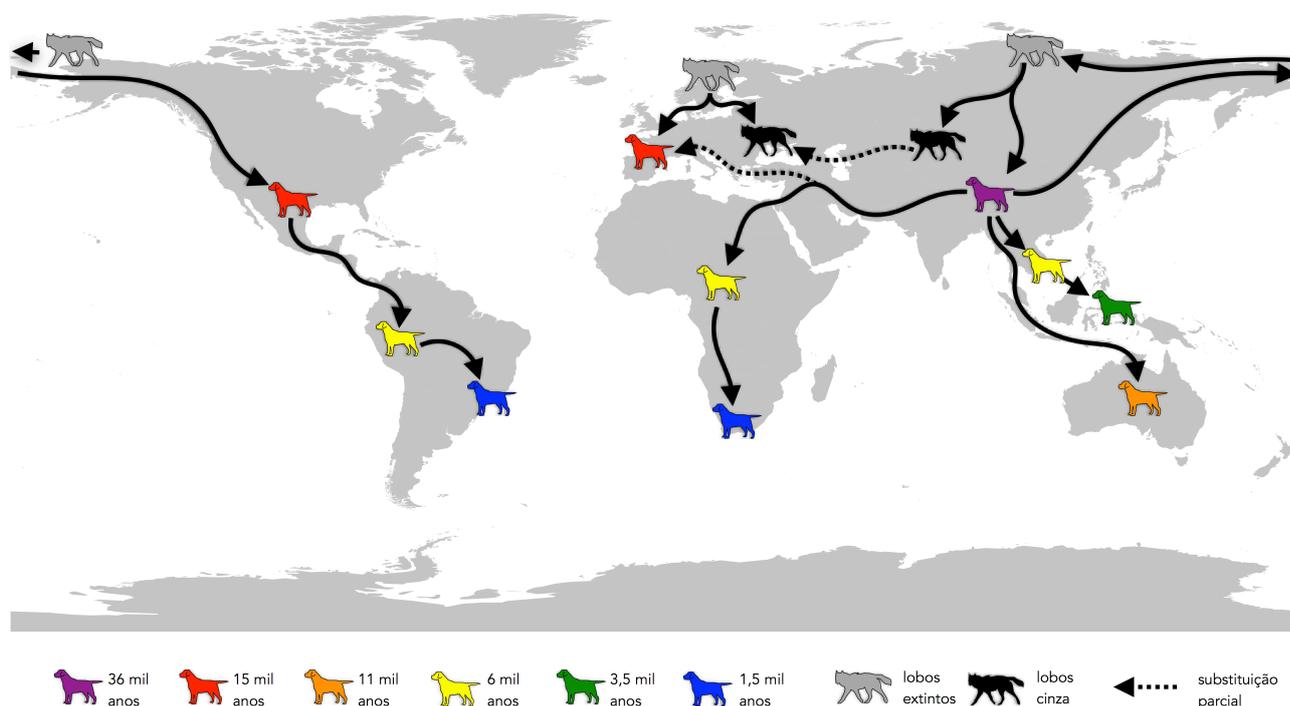
Devido à falta de registros fósseis anteriores a 8.000 anos atrás na Ásia Central, a tese da origem única do cão na Eurásia seguida pela translocação precoce para Eurásia Ocidental, efeito-fundador, isolamento geográfico e mutações é pouco provável⁶⁴. A hipótese mais aceita atualmente é de que duas populações de lobos geneticamente distintas e potencialmente extintas na Eurásia Ocidental e Oriental tenham sido domesticadas independentemente. Os cães orientais dispersaram rumo a oeste juntamente com humanos entre 14.000 e 6.400 anos atrás, onde substituíram parcialmente a população de cães paleolíticos nativos⁶⁴. O conhecimento arqueológico e genético sugere, portanto, que os cães foram domesticados independente ao menos duas vezes. Entretanto, dada a complexidade da história evolucionária

dos cães e incertezas quanto às taxas de mutação, tempo de geração e incompletude de registros arqueológicos, a história evolutiva dos cães permanece incerta⁶⁴.

Em determinado momento, tentativas subsequentes de domesticações de lobos teriam cessado, seja pela aceitação dos animais já domesticados na Eurásia por povos não Eurasiáticos ou mesmo pelo fracasso dessas tentativas, efeito observado nas demais espécies domesticadas⁷⁰. De forma geral, humanos preferem ter plantas e animais familiares em novos habitats²⁰.

Nas demais regiões, o cão doméstico teria sido introduzido por humanos durante as migrações pré-históricas (Figura 1.7). O cão teria sido introduzido na Oceania há 4,6 mil anos atrás⁷¹, de acordo com achados arqueológicos disponíveis⁷², dando origem ao dingo (*Canis lupus dingo*). Atualmente, esta espécie está amplamente difundida neste continente, sendo o maior predador terrestre da Austrália. Análises filogenéticas, no entanto, indicam que uma pequena população de cães proveniente da Ásia Oriental⁷² tenha iniciado a colonização há 18,3-4,6 mil anos⁷¹. Presume-se que tenham sido introduzidos como cães domesticados e que gradualmente tenham se tornado ferais, tendo sofrido um processo de especiação⁸. Atualmente, o dingo está ameaçado de extinção, devido ao cruzamento com cães domésticos¹², desde sua introdução por europeus, em 1788⁷².

Figura 1.7 - Expansão geográfica do cão doméstico (*Canis lupus familiaris*).



Cães domesticados possivelmente tenham acompanhado os humanos até a América do Norte⁶⁸, alcançando-a há cerca de 15 mil anos e tendo ali se estabelecido há cerca de 9 mil anos, contemporaneamente ao estabelecimento de humanos neste continente, sendo ambas as populações estáveis até a época pré-colombiana⁶⁹. Cães já domesticados foram introduzidos no Sudeste Asiático continental entre 8-5 mil anos atrás⁷³, no Sudoeste Asiático insular há 3,5 mil anos atrás⁶³.

Os cães teriam sido introduzidos na África Subsaariana ao redor de 5,6 mil atrás⁷⁴ e na África do Sul há 1,4 mil anos atrás⁶³. Um estudo utilizando amostras de 318 cães de rua e de raças africanas (Afghan Hound, Basenji, Pharaoh, Rhodesian Ridgeback e Saluki) provenientes de sete regiões do Egito, Uganda e Namíbia mensurando a diversidade genética e estrutura populacional através de análises de marcadores de mtDNA, microsátélites e SNPs, demonstrou que os cães de rua compõe um mosaico descendente de

cães de fora da África e indivíduos não nativos de raças mestiças. Quanto às raças africanas, o Pharaoh e o Rhodesian Ridgeback agruparam-se com cães da Ásia Oriental, sugerindo uma origem não africana⁷⁵.

A radiação dos cães domesticados para a América do Sul ocorreu posteriormente à América do Norte e Central, tendo ocorrido principalmente na região andina, entre 7,5 e 4,5 mil anos atrás⁶⁵. Embora ligada a sociedades caçadoras-coletoras em regiões não andinas como os Pampas, a associação humana com cães possivelmente tenha tido o propósito de companhia ou fonte de alimento⁶⁵. Os achados arqueológicos de cães na região do Pampa, incluindo um achado no Rio Grande do Sul, Brasil são mais recentes, datados de cerca de 2 a 1 mil anos atrás^{65,76}.

Após o final do século XV, com o advento das grandes navegações, as populações de cães nativos do Neotrópico e do Pacífico Sul foram significativamente substituídos por cães europeus, enquanto que na África, o grau de substituição por cães europeus foi variada, contrabalançado pela influência de cães nativos, como observado na população de cães de rua⁵⁰.

1.4 Hipóteses da domesticação do lobo

O termo “seleção artificial” é definido como um processo antropogênico de controle sobre a reprodução de animais e plantas que possuíssem características benéficas ao homem⁷⁷⁻⁸⁰. Este termo contradiz o fato das relações de domesticação serem favoráveis tanto ao homem quanto às espécies domesticadas, que se beneficiam rapidamente desta relação em seu período evolutivo⁸¹. Além disso, reforça a idéia de que o homem não é parte integral da natureza e de sua supremacia sobre a animais e plantas. Com relação à domesticação de lobos selvagens e à “criação” do cão doméstico, vários autores referiam-se à premissa da “seleção artificial”⁸²⁻⁸⁴.

A hipótese de domesticação pela seleção artificial de lobos-cinza selvagens não explica, *per se*, a criação do cão doméstico⁸¹. Uma espécie selvagem de lobo, provavelmente extinta, pode sim ter sido o ancestral do cão doméstico, porém a premissa de que lobos cinza tenham formado associações mutualísticas com humanos no passado é vaga. Outra premissa vaga é a de que lobos-cinza domesticados supostamente comportavam-se como cães e que, depois de treinados, tornariam-se úteis aos humanos⁸⁵.

O termo “domesticação clássica” refere-se a um processo humano de seleção gradual, inicialmente inconsciente e posteriormente consciente que, conjuntamente com a seleção natural, pode modificar populações cativas ou comensais, quer sejam produtos de “proto-domesticação” (domesticação primal) ou indivíduos deliberadamente retirados da natureza. A presença de condições antropogênicas é um fator determinante neste processo⁸¹. Características comportamentais e físicas mediadas pelos hormônios da tireóide, alteradas pela domesticação, podem ter tornado lobos selvagens mais tolerantes a estresse, dando-lhes a oportunidade de escolher a colonização de ambientes antropogênicos⁸⁶. Sob esta ótica, inicialmente, os lobos teriam se domesticado sem interferência humana deliberada, para

depois serem treinados e eventualmente tornarem-se, geneticamente, cães domesticados⁸⁵.

A fase inconsciente da domesticação de lobos selvagens teria se iniciado antes de 35 mil anos atrás, no Alto Paleolítico⁵⁶. Neste período, humanos e lobos competiam pelas mesmas presas e o encontro entre as duas espécies poderia levar à morte de um ou de outro. Neste sentido, há evidências de que lobos selvagens podem ter sido consumidos por humanos⁸⁷. Progressivamente, ambos (humanos e lobos) acostumaram-se à presença mútua, iniciando um processo de coevolução⁸⁸. Este processo pode ter influenciado o comportamento humano de forma significativa. Os humanos são os únicos primatas a utilizarem abrigos permanentes, inicialmente cavernas e posteriormente, edificações. A associação dos humanos com lobos é muito anterior à construção de abrigos permanentes, sugerindo que humanos primitivos observavam e copiavam hábitos dos animais ao seu redor, por exemplo a utilização de tocas pelos lobos. A este processo dá-se o nome de cubilicação (do Latim *cubile*, ou toca)⁸⁸. Este exemplo leva à seguinte pergunta: quem domesticou quem?

Mensurações de crânios de canídeos foram analisadas estatisticamente, possibilitando uma distinção significativa entre cães modernos e lobos. Os crânios de cães apresentaram uma notável estabilidade de proporções entre estas medidas desde o início da domesticação, característica também observada entre os lobos⁵¹. Entretanto, há crânios fósseis de canídeos que não foram classificados em nenhuma das categorias⁵⁴, como é o caso de um crânio encontrado na caverna Goyet, na Bélgica, datado de 31,7 mil anos atrás⁵¹. Este animal pode ter resultado de uma tentativa abortada de domesticação ou um animal fenotipicamente diferente do lobo-cinza. De fato, este animal não poderia ter sido o ancestral do cão moderno, pois o seu mtDNA não foi encontrado nesses animais.

A hipótese mais provável da origem do cão é a de que lobos mais tolerantes e que tenham se aproximado de humanos, possam ter sido submetidos a um processo de proto-domesticação²⁰. Provavelmente lobos machos com mtDNA não usual podem ter contribuído com a origem do cão doméstico, copulando com fêmeas de outras linhagens de mtDNA. O mesmo processo pode ter ocorrido entre humanos modernos e Neandertais, uma vez que o DNA nuclear se sobrepõe. Uma população de lobos com um haplótipo distinto de mtDNA pode ter evoluído através de um grupo de fêmeas intimamente relacionadas, compartilhando este mesmo mtDNA não usual, acompanhando humanos em suas migrações, com suas proles e alguns machos forasteiros. Se este grupo de “proto-cães” teve mistura genética mínima com lobos carregando outros mtDNA, mutações naturais podem ter criado e sustentado um haplótipo não usual. O isolamento geográfico pode ter ocorrido pelas características das paisagens eurasiáticas ou por fatores aleatórios, dando origem a, pelo menos, quatro clados genéticos distintos de cães⁸⁹.

A dificuldade para a confirmação desta hipótese é que todos os canídeos do gênero *Canis* podem gerar híbridos férteis em vida livre, significando que até mesmo após a domesticação, os cães podem ter sofrido fluxo genético de outras espécies. Além disso, os cães apresentam a maior variabilidade morfológica dentre os mamíferos, maior até mesmo que o restante da família Canidae²⁰.

Os cães foram domesticados por caçadores, não por agricultores. A hipótese de que lobos-cinza se auto-domesticaram por se alimentarem em montes de restos de alimentos em vilas e que gradualmente tornaram-se tolerantes a humanos⁸⁵ é improvável²⁰. A maior incidência de ataques humanos por lobos-cinza ocorre justamente quando estes encontram-se próximos de montes de restos de alimento⁹⁰. Tornarem-se familiares a

humanos, comer restos de alimento e observar o comportamento humano à distância não levaria os lobos-cinza a um comportamento domesticado, mas sim a um comportamento ainda mais agressivo²⁰.

Os “proto-cães” teriam invadido o nicho ecológico humano e tiveram acesso a novas fontes de alimento, apresentando menor distância de fuga do que os que não a utilizavam. Estes animais ganharam vantagem seletiva no novo nicho, sobre os lobos selvagens. Desta forma, o cão pode ter evoluído por seleção natural (e não artificial) e a domesticação pode ter sido uma adaptação bem sucedida para a alimentação onívora, rica em amido⁴⁶. Desta forma, o lobo teria se tornado naturalmente domesticado e naturalmente treinado.

Os lobos são carnívoros estritos e os humanos, onívoros. Há indícios de que os caçadores não ofereciam sobras aos proto-cães, mas caçavam renas para eles. Os proto-cães provavelmente eram levados a determinados lugares para se alimentar ou caçarem por si próprios. É provável também que estes animais fossem contidos em determinados momentos⁹¹. Paulatinamente, os lobos domesticados começaram a ser expostos a dietas mais diversificadas, incluindo vegetais⁸¹. A dieta onívora teria permanecido na fase adulta, e somente os indivíduos que se ajustaram a estas condições puderam se reproduzir. Submetidos a esta dieta, animais com tamanho corpóreo reduzido se beneficiariam do menor requerimento nutricional, o que explicaria a diferença fenotípica entre cães domésticos e lobos-cinza^{81,85}. A forma com que os proto-cães se reproduziam ainda é obscura⁸¹. Possivelmente (e inicialmente), permitia-se que se reproduzissem com indivíduos selvagens, possibilitando troca genética contínua com lobos selvagens⁴³.

O lobo-cinza, e provavelmente seu ancestral, não é um animal que possa ser facilmente treinado ou domesticado e exibe características desfavoráveis à domesticação, como por exemplo não ter medo de humanos e serem

maneáveis em uma extensão muito limitada, o que os torna potencialmente perigosos. Entretanto, atitudes humanas positivas podem desencadear comportamentos sociais inatos no lobo⁸¹. Para que esses comportamentos se desencadeassem adequadamente, o lobo-cinza necessitaria permanecer contido, para que o contato com humanos fosse prolongado. Povos aborígenes da Austrália, por exemplo, apropriavam-se de filhotes de dingos, os domesticavam e os mantinham nas vilas por alguns meses até a maturidade sexual, quando estes fugiam. As mulheres reconheciam este padrão comportamental dos dingos e, eventualmente, quebravam suas pernas antes que fugissem, para que permanecessem na vila⁹². Os primeiros lobos domesticados provavelmente não tiveram suas pernas quebradas, mas podem ter sido contidos⁹¹ ou seus filhotes podem ter sido domesticados antes da maturidade sexual⁸⁵. A introdução de filhotes de “proto-cães” na sociedade humana só deve ter ocorrido depois que estes animais já estivessem mais condicionados ao convívio com humanos, se comparados aos indivíduos verdadeiramente selvagens⁸¹. Filhotes de lobo-cinza, por exemplo, quando capturados precocemente e criados próximos a humanos, podem até um certo ponto ser domesticados e socializados⁸¹. No entanto, nenhum lobo-cinza é tão domesticável e treinável quanto um cão doméstico⁹³. O período crítico para formação de vínculos sociais do lobo (e do cão), chamado período ontogênico, se dá entre 3 e 8 semanas de vida⁸¹. A apropriação de filhotes de lobos não criou o cão automaticamente, mas pode ter ocorrido no início do processo de domesticação.

Um fator que corrobora esta tese é a de que a estrutura social hierárquica de humanos é compatível com a dos lobos, especialmente a formação de famílias (análogas às matilhas) e a existência de sistemas de comunicação entre indivíduos do grupo social, permitindo que lobos mais tolerantes a estresse convivessem com humanos⁸¹. Aqueles filhotes cujo comportamento

não se adequava ao convívio humano eram provavelmente mortos ou soltos⁹³.

O processo deliberado de domesticação do lobo com a apropriação de filhotes e seleção por comportamento, se iniciou entre 100-14 mil anos na Ásia Oriental^{94,95}, intensificando-se com o desenvolvimento da agricultura e a transformação das sociedades humanas de nômades para sedentárias, ao redor de 10 mil anos atrás. Este processo deliberado ocorreu simultaneamente em diversas regiões, como demonstrado pela existência de quatro clados genéticos de cães⁸⁹. Os cães podem ter se originado de diferentes linhas de fêmeas de lobos selvagens, compartilhando tipos de mtDNA idênticos, em cada clado⁹⁴.

A mudança de estilo de vida humana, *per se*, com o aparecimento dos primeiros estabelecimentos, pode ter acelerado o processo de domesticação do lobo, pois para obterem as sobras de alimento, esses deveriam se aproximar mais dos humanos. Somente a partir deste momento os humanos puderam usufruir plenamente do benefício dos cães tanto na agricultura, quanto na caça⁹⁶.

A pressão de seleção dos humanos sobre os lobos afetou fortemente o desenvolvimento do cão doméstico, tanto fenotípica quanto comportamentalmente. Apesar das evidências genéticas mostrarem que o mtDNA do cão diverge somente 0,2% do lobo-cinza¹⁷, os cães domésticos compartilham somente 71/90 (78,9%) dos padrões comportamentais dos desses animais⁹⁷. Uma vez que não é possível fazer estas comparações com seu ancestral, a descrição dos padrões comportamentais do lobo-cinza pode auxiliar a compreensão das consequências da domesticação nos padrões comportamentais do cão doméstico.

1.5 Padrões comportamentais do lobo

As estratégias de sobrevivência diferem profundamente dentre os canídeos, expressas em formas diferenciadas de organização social, desde (a) predadores solitários, (b) caçadores organizados em pequenos grupos, até (c) caçadores organizados em grandes grupos ou matilhas. Espécies solitárias, como a raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*), geralmente predam pequenos animais, não exigindo a existência de caça cooperativa com co-específicos. Nestas espécies, não se observa a existência de padrões de comunicação, e as interações sociais, quando existem, envolvem respostas de agressividade ou agonismo e medo, ou seja, a comunicação não é essencial para sua sobrevivência. Espécies que se organizam em pequenos grupos familiares, como o chacal (*Canis aureus*), apresentam caça cooperativa com co-específicos, mas podem caçar sozinhos durante a seca. Apresentam um limitado repertório de comunicação, suficiente para garantir a coesão do grupo, evitando conflitos. Finalmente, espécies que se organizam em grandes grupos, como o lobo-cinza (*Canis lupus*) e o cão-selvagem-africano (*Lycan pictus*), geralmente predam animais de maior porte, exigindo a existência de caça cooperativa com co-específicos. Nestas espécies, um complexo sistema de comunicação, na forma de expressões faciais e linguagem corporal ritualizada, se sobrepõe às respostas de agressividade e de medo⁹⁸.

Em espécies sociais, como o lobo-cinza, a agressividade social é utilizada para exercer mais influência e controle dentro da matilha, em última instância, para ter prioridade, motivação chamada de dominância. O medo social, de forma análoga, tem como objetivo a eliminação de um conflito pela rendição, motivação chamada de submissão. Estas relações de dominância-submissão são observadas entre indivíduos que vivem no mesmo grupo e que dependem um do outro para sobreviver. O resultado dessas interações tem caráter dinâmico e é chamado de hierarquia.

As interações entre indivíduos que vivem no mesmo grupo social são distintas das interações entre indivíduos de grupos distintos. Se uma matilha se deparar com um lobo de outro grupo, provavelmente o atacarão até a morte. De fato, esta é uma das *causas mortis* mais frequentes de lobos-cinza na América do Norte⁹⁸.

Os lobos-cinza (*Canis lupus*) formam grupos familiares estáveis de dois a 42 indivíduos⁹⁶ que cooperam na caça e defesa, possibilitando atacar com sucesso presas de grande porte⁹⁹ (Figura 1.8). São, portanto, animais gregários, cuja coesão do grupo é importante para a sua sobrevivência. Apresentam brincadeiras sociais, senso de conduta, capacidade comunicativa através de linguagem ritualizada, cuidados parentais e aprendizado com co-específicos. Os grupos familiares são formados por casais monogâmicos que permanecem juntos por longo prazo⁹⁹. A coesão do grupo é mantida não só pelas características já descritas, mas também pela formação de hierarquia. A existência de hierarquia entre os lobos-cinza pode levar à agressividade, que é limitada pela formação de territorialidade, ritualização do comportamento agressivo e condutas afiliativas ou pacificadoras. A existência destes limitadores de agressividade em espécies gregárias como o lobo-cinza é importante, uma vez que o contato social diminui os efeitos de eventos estressantes⁹⁸.

Figura 1.8 - Matilha de lobos-cinza (*Canis lupus*) utilizando a caça cooperativa para abater um bisão-americano (*Bison bison*).



Ilustração: Natália Acarine Dias.

Atualmente, acredita-se que a liderança do grupo de lobos-cinza seja compartilhada entre machos e fêmeas dominantes, dependendo da época do ano, por conta da disponibilidade de recursos e da presença de ninhadas. Durante a movimentação da matilha, alguns indivíduos subordinados podem exercer liderança, proporcionando aos indivíduos dominantes a vantagem do uso da experiência do território de outros indivíduos e conservação de energia, além do compartilhamento do risco durante a caçada, por exemplo ao encontrar áreas de camadas finas de gelo durante a perseguição a uma presa potencial¹⁰⁰.

1.6 Efeitos da domesticação do lobo

A divergência do cão doméstico a partir de seu ancestral ocorreu anteriormente a 36 mil anos atrás, considerado um período evolucionário curto¹⁰¹. Desta forma, a pressão de seleção humana foi crucial para o seu desenvolvimento, sendo a domesticação do cão doméstico determinada pela neotenia ou pedomorfismo. Estudos utilizando raposas-vermelhas (*Vulpes vulpes*) (Figura 1.9) demonstraram que a transformação de um animal selvagem e agressivo em um animal dócil e que possa ser mantido em ambiente doméstico, pode ocorrer em poucas gerações, através da seleção por comportamento desejável^{101,102}. Em um experimento realizado entre 1965 e 2002, em fazendas experimentais na Rússia, foram selecionados 100 fêmeas e 30 machos de raposas-vermelhas cujas progênes seriam selecionadas para se reproduzirem entre si. O critério de seleção foi a eliminação de respostas defensivas contra humanos, um critério portanto, comportamental. Os filhotes eram submetidos a contato com humanos nos três primeiros meses de vida e submetidos a testes comportamentais, sistematicamente. Na quarta geração (F₄) apareceram os primeiros animais sem resposta a medo e agressividade a humanos. Na F₆, 1,4% dos animais eram considerados elite, isto é, sem resposta a medo e agressividade, e na F₄₂, 71,2% dos animais eram considerados de elite. Foi observado um aumento da atividade motora em um ambiente novo e retardo do desenvolvimento de características somáticas, como a primeira resposta auditiva, abertura de olhos e orelhas erguidas (Tabela 1.1). Além da resposta comportamental, curiosas respostas fenotípicas foram observadas: diminuição do comprimento do crânio de indivíduos adultos e aparecimento de cauda curvada, características que remetem a filhotes. Uma outra característica observada nos animais selecionados foi a expressão do gene estrela, na forma de manchas despigmentadas pelo corpo, especialmente na cabeça, fenômeno também

observado em outras espécies domesticadas e que sofreram pressão de seleção^{101,102}.

Figura 1.9 - Indivíduo não domesticado de raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*).



Ilustração: Natália Acarine Dias.

Tabela 1.1 - Respostas motoras de filhotes de raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*) submetidos ou não à seleção por comportamento desejável. Adaptado de Trut LN, Pliusnina IZ, Os'kina IN, 2004. An experiment on fox domestication and debatable issues of evolution of the dog. *Russ J Genet*, 40(6): 644-655.

Característica	População não selecionada	População selecionada
Atividade motora em ambiente novo (65-70 dias)	82±9 segundos	175±5 segundos
Primeira resposta auditiva	14 dias	15 dias
Abertura dos olhos	17,5 dias	19 dias
Orelhas erguidas	17-21 dias	21-56 dias
Primeira resposta ao medo	45 dias	Ausente aos 3 meses

Os cães domésticos apresentam comportamentos totalmente distintos do lobo-cinza. Comparando-se o comportamento de filhotes das duas espécies, observa-se que os cães apresentam brincadeiras hierárquicas e agressivas entre si, ao passo que para os lobos, a transição para conflito é rara, até os seis meses de idade. Após os seis meses, as brincadeiras caem abruptamente para os cães e são pouco frequentes no decorrer do tempo, ao passo que para os lobos, as brincadeiras são intensas, com troca de papéis entre co-específicos de diferentes idades, tamanhos e força, conseqüentemente com relações de dominância reduzidas.

Interações agonistas são precoces para os cães, diminuindo somente quando humanos participam ativamente da vida em grupo. Entretanto, para lobos, quando ocorrem, são tardias. Cães latem frequentemente e precocemente, ao passo que lobos raramente latem e utilizam um repertório de cerca de 60 expressões faciais para comunicarem-se¹⁰³. Os conflitos caninos são frequentemente agressivos, e diminuem somente com a intervenção humana e para lobos, quando ocorrem, são ritualizados, raramente

resultando em agressão (Tabela 1.2). Presume-se que a distância entre hierarquia mais alta e a mais baixa para os cães seja grande e para lobos, pequena^{8,104}.

Tabela 1.2 - Características comportamentais de filhotes de lobo-cinza (*Canis lupus*) e cão doméstico (*Canis lupus familiaris*) durante a fase de desenvolvimento ontogênico. Adaptado de Feddersen-Petersen D. Social behaviour of dogs and related canids. In: Jensen P (ed.), 2007. *The behavioural biology of dogs*. Wallingford: CABI International.

Espécie	Lobo cinza	Cão doméstico
Brincadeiras	Iniciam-se < 3 meses, muito frequentes, transição para conflito é rara	Iniciam-se entre 2-6 meses, hierárquicas, agressivas
Brincadeiras dos 6-8 meses	Intensas, com papéis definidos, troca de papéis	Pouco frequentes, queda abrupta
Interações agonistas	Tardias	Precoces*
Latidos	Pouco frequentes	Muito frequentes
Conflitos	Ritualizados	Agressivos*
Distância entre <i>ranking</i> mais alto e mais baixo	Pequena	Grande

*Encontros agressivos diminuem se humanos participam mais frequentemente da vida em grupo.

Comparado ao lobo-cinza, o comportamento do cão doméstico foi extensivamente alterado pela pressão de seleção humana. A perda da capacidade de adaptação à vida em grupo com co-específicos é a principal diferença, resultando na perda da capacidade de cooperação, diminuição da capacidade de convívio social (de estabelecê-los e mantê-los) e perda da capacidade de resolução de conflitos. Conflitos triviais geralmente podem

resultar em eventos agonístico prejudiciais, levando a estresse agudo a crônico.

A perda da capacidade de convívio social do cão com co-específicos foi compensada pela sua inclusão no ambiente familiar humano, seja nas imediações dos domicílios, seja no seu interior. O cão doméstico é capaz de reconhecer sinais humanos, sejam posturais, comandos de voz ou até mesmo a direção do olhar, resultando em excepcional capacidade de interação e expectativa de contexto do ambiente e cultura humana, não observados em nenhuma outra espécie domesticada⁹⁶. Apesar da capacidade de aprendizado por imitação entre co-específicos ser observada entre lobos, mas não entre cães, estes últimos têm capacidade de imitar humanos após seções de treinamento, sugerindo que a capacidade de cooperação observada entre lobos seja também observada entre cães e humanos¹⁰⁵.

Lobos-cinza e cães diferem em tendências de cooperação intraespecífica, no sentido de que lobos valem-se fortemente da cooperação de grupo com relação à caça e criação de filhotes, se comparados aos cães. Sob esta ótica, lobos deveriam exibir maior controle inibitório que cães, porém através do processo de domesticação, os cães foram selecionados para tendências cooperativas com humanos e temperamento menos reativo, o que pode ter afetado suas habilidades de controle inibitório. Esta teoria, entretanto, ainda não foi adequadamente comprovada utilizando-se testes para mensuração de controle de inibição¹⁰⁶.

Cães tendem a olhar para humanos quando se deparam com tarefas não solucionáveis, um comportamento geralmente interpretado como um pedido de ajuda, enquanto que lobos-cinza tendem a persistir nestas tarefas¹⁰⁷. Em um estudo utilizando 10 cães com proprietários, 10 cães de abrigos e 10 lobos submetidos a uma série de tarefas solucionáveis, seja sozinhos, com a simples presença de um cuidador humano ou encorajados por este cuidador,

observou-se que os lobos foram mais persistentes e mais bem sucedidos que os cães na execução das tarefas, sugerindo uma dependência generalizada ou deferência à ação humana¹⁰⁷.

Cães portanto, exibem maior sensibilidade epigenética para dicas comunicativas humanas, sugerindo que uma retroalimentação positiva entre processos evolucionários e ontogênicos contribuíram para a propensão do cão em compreender expressões e gestos humanos, promovendo a base para complexas formas de comunicação humano-cão¹⁰⁸.

1.7 Padrões comportamentais do cão errante

A determinação de padrões comportamentais do cão doméstico é muito difícil por conta da sua associação com o homem. Vários autores indicam como principal contribuição da Etologia para o entendimento do comportamento animal, a análise biológica proveniente de observações na natureza. Historicamente, os cães mereceram menor atenção dos etologistas ou psicólogos comparativos neste sentido, se comparados a abelhas, peixes e chimpanzés. Cães são tidos por alguns pesquisadores como “animais artificiais”, por conta de seu longo período de domesticação e, neste escopo, um animal artificial não poderia ter um ambiente natural. Para que se possa estudar seus padrões comportamentais, tornaria-se necessário definir o ambiente natural do cão⁹⁶.

Mesmo vivendo em ambientes antropizados como as ruas, cães errantes podem exibir comportamentos não detectáveis em um ambiente doméstico. Geralmente esses animais não são supervisionados por humanos, buscando recursos (alimento, abrigo e água) onde estiverem disponíveis. Podem contar com o auxílio eventual de cuidadores, porém normalmente não têm um guardião.

Cães utilizam meta-comunicação e expectativa de contexto, ou seja, são plenamente conscientes do que os outros cães fazem e o que pretendem fazer, na maior parte do tempo. Exibem, portanto, previsibilidade do comportamento de co-específicos e humanos¹⁰⁹. A maior parte das pessoas é apática quanto aos cães errantes, mas há cuidadores (pessoas que provêm alimento, abrigo, água e cuidados veterinários eventuais) e predadores (agentes de zoonoses ou qualquer um que os queira causar mal). Os cães errantes tendem a se aproximar somente de pessoas familiares e são praticamente inativos, dormindo cerca de 18 horas por dia. São mais ativos no começo da manhã, quando buscam ativamente alimento e água¹¹⁰.

A área de uso desses animais é modulada pela disponibilidade de alimento e não é influenciada pela presença humana, nem tampouco por diferentes condições climáticas¹¹¹. Comportamentos agonistas territorialistas contra humanos e outros cães são raros¹¹². Comportamentos submissos são mais frequentes que agonistas que, quando ocorrem, são mais frequentes entre grupos não familiares do que em grupos familiares. Não há diferença de agressividade entre os sexos e a maioria das agressões ocorre nos locais de lactação, de união sexual, em fronteiras territoriais e, em menor frequência, em locais de procriação¹¹³. Esses animais não apresentam hierarquia, a não ser entre machos, na presença de fêmeas no cio^{112,114}.

Como todos os demais mamíferos, o sistema de acasalamento é a base do sistema social dos cães errantes. Apesar dos sistemas monogâmicos serem predominantes entre os canídeos, análises genéticas demonstraram que a raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*), a raposa-orelhuda (*Vulpes velox*) e a raposa-das-ilhas (*Urocyon littorailis*) exibem poligamia¹¹⁵⁻¹¹⁷. Além disso, investigações observacionais e genéticas demonstraram que o lobo-etíope (*Canis simensis*) e o cão-selvagem-africano (*Lycaon pycus*) apresentam acasalamento extra conjugal^{118,119}.

Monogamia, poliginia, promiscuidade e poliandria são observadas entre os cães errantes. Embora múltiplos sistemas reprodutivos envolvam riscos, como a falta de controle sobre a paternidade, esta estratégia é benéfica às fêmeas, pois desencoraja o infanticídio e aumenta a competição espermática, garantindo a fertilização. Desta forma, presume-se que múltiplos sistemas reprodutivos reduzam a agressividade dos machos contra as fêmeas e aumentem o suporte social e a proteção contra predadores¹²⁰.

Cães domésticos são considerados reprodutores não sazonais, com exceção do Basenji, cujas fêmeas apresentam um cio anual¹²¹, no outono¹²². Machos são mais atraídos pelas fêmeas no cio do que o contrário e quando

presentes em um local de acasalamento, não são igualmente atraídos por uma fêmea em particular. Provavelmente a preferência por fêmeas seja dependente da idade dos machos. As fêmeas, por sua vez, preferem machos mais jovens, uma vez que a maioria das tentativas de cópula de machos idosos não tem êxito¹²⁰. Durante o cortejo à fêmea no cio, geralmente são observados encontros agonistas entre machos. Nessas ocasiões, machos oportunistas podem copular com a fêmea em disputa (Figura 1.10). A duração da cópula varia, na dependência de diversos fatores externos. Tentativas de monta por machos que estejam cortejando a fêmea, tentativas forçadas de cópula por machos dominantes ou grandes, interferência de crianças e veículos passando são fatores que podem interromper a cópula. Montas de fêmeas em fêmeas e de machos em machos são observadas, mas este comportamento ainda não é compreendido¹²⁰.

Figura 1.10 - Grupo formado por uma fêmea no cio (A) seguida por machos em disputa hierárquica pela cópula e um macho oportunista (B).

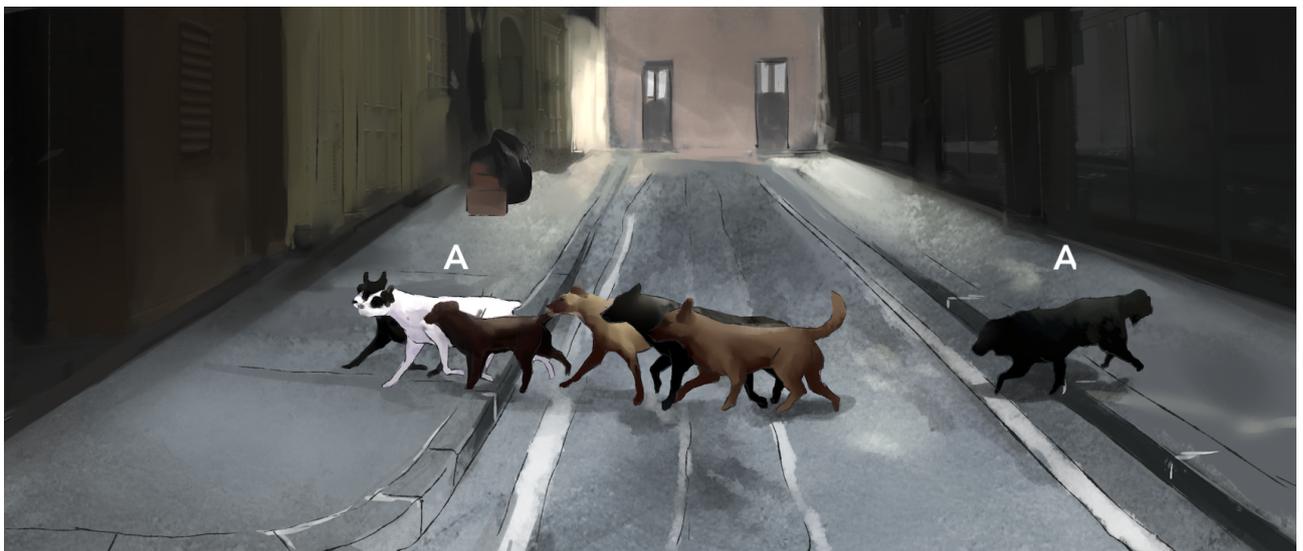


Ilustração: Natália Acarine Dias.

Quanto ao sistema social, observa-se que cães errantes tendem a não se associar em grupos. Na maior parte do tempo, são visualizados solitários, e em menor proporção, em pares ou grupos maiores. É rara a formação de grupos não estrais com mais de quatro indivíduos. Os grupos são espontâneos, mutáveis e de curta duração, formado quando cães solitários se encontram enquanto vagam pelas ruas. Cães podem raramente formar matilhas coesas, com um efeito magnético de liderança, onde pode-se observar rituais de cumprimento com o indivíduo alfa^{123,124} (Tabela 1.3). As desvantagens da formação de grupos podem explicar essa característica comportamental, pois grupos de cães errantes seriam mais facilmente capturados, intolerados por humanos e submetidos à endogenia¹²³. Desta forma, cães errantes apresentam comportamento dispersivo para evitar competição por parceiros e recursos, mais frequentemente observado em machos jovens¹¹¹.

Tabela 1.3 - Comportamentos de grupos estrais e não estrais de cães errantes. Adaptado de Daniels TJ, 1983. The social organization of free-ranging urban dogs: II. Estrous groups and the mating system. *Appl Anim Ethol*, 10(4): 365-373.

Grupo	Não estral	Estral
Horário de formação dos grupos	Qualquer horário	Primariamente pela manhã
Tamanho médio	2	5
Tamanho máximo	8	12
Área de uso	Varia com o indivíduo	3-5 vezes maior que não estral
Duração média	5-6 minutos	~2 horas
Atividades	Varia, praticamente inativos	Tentativas de cópula, encontros agressivos
“Líder”	Geralmente nenhum (pode ser macho ou fêmea)	Sempre a fêmea no cio
Hierarquia	Nenhuma	Entre machos

Apesar dos comportamentos agonistas serem raros, os cães errantes tendem a não ser sociáveis, apresentando baixo nível de cooperação com co-específicos. Essa característica pode ser explicada pelo fato de não utilizarem áreas comuns de alimentação e abrigos, a inexistência de predadores que justifiquem a defesa de grupos e a alta disponibilidade de alimento, facilmente acessível¹²³. Além disso, animais solitários são mais eficientes na exploração de recursos¹²⁵. Quando o contato com humanos é intenso, os animais tendem a ser dóceis com humanos e exibir sobreposição das áreas de uso¹²⁴.

Cães errantes sobrevivem basicamente de restos de alimento humano e praticamente não caçam, sugerindo a perda do repertório comportamental de

caça completo. Na dependência do seu tamanho, cães podem consumir rapidamente grandes quantidades de alimento, provavelmente uma herança do comportamento alimentar competitivo dos seus ancestrais¹²⁶.

Ao analisar estes padrões comportamentais, é natural esperar que cães supervisionados e, principalmente os que vivam sozinhos, sejam menos sociais que os sem supervisão¹²³.

1.8 Formação do vínculo homem-cão

Tanto os cães quanto o lobo-cinza são animais naturalmente sociais. Capacidade de socialização e existência de estrutura social são pré-requisitos básicos para a compatibilidade comportamental do cão com humanos. O cão foi submetido a um processo chamado “evolução emocional”, ou seja, mudanças comportamentais precedidas de mudanças cerebrais para que comportamentos sociais indesejados fossem suprimidos^{8,81}.

A atribuição de estados mentais humanos a animais não-humanos através de pensamentos, sentimentos, motivações e crenças, denominado de antropomorfismo, é uma característica praticamente universal entre os guardiões de animais de companhia¹²⁷. Esta característica é proveniente da capacidade humana de “consciência reflexiva”, ou seja, a capacidade de autoconhecimento, entendimento e antecipação do comportamento de outros¹²⁸. Se esta é uma característica humana inata, quando abrangeu animais não-humanos?

A estrutura mental do Neandertal foi definida como distintivamente modular, com domínios de inteligência operando independentemente dos outros¹²⁹:

(a) Inteligência social: determinante de interações sociais e da capacidade de auto-conhecimento;

(b) Inteligência de história natural: conhecimento da disponibilidade e distribuição de recursos biológicos como atividades e comportamentos de outras espécies animais, tais como predadores e presas;

(c) Inteligência técnica: conhecimento dos aspectos físicos do mundo material, tal qual a manipulação e construção de objetos, ferramentas e armas.

(d) Inteligência geral: capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão.

Atribui-se à modularidade da estrutura mental do Neandertal a limitação da sua evolução cultural, se comparado ao homem moderno. Há cerca de 40 mil anos atrás, observou-se uma grande expansão cultural do homem moderno, com o aparecimento da arte, tecnologia complexa e religião, como resultado da troca de conhecimento e informação entre os módulos mentais, processo denominado de “fluidez cognitiva”. A fluidez cognitiva foi um grande indutor de explosão cultural, possibilitando o sucesso da espécie humana sobre as outras espécies de homínídeos. O antropomorfismo, por sua vez, foi consequente da fluidez cognitiva, pois possibilitou que inferências das experiências mentais de co-específicos fossem utilizadas para interações com outros animais e o mundo natural¹²⁹.

O antropomorfismo foi uma das mais importantes vantagens evolutivas dos humanos modernos sobre os Neandertais, favorecendo sua sobrevivência. Os Neandertais eram caçadores eficazes, porém oportunistas na escolha da presa e limitados em termos de método de caça, ao passo que os homens modernos, conscientes dos hábitos e comportamento animal, utilizavam estratégias elaboradas de caça, incluindo o planejamento, habilidade preditiva de movimento e do comportamento animal¹²⁹.

O antropomorfismo também possibilitou a incorporação de animais ao convívio humano. Sob o contexto do antropomorfismo, os cães foram dotados de valor, qualidades e características próprias que lhes conferiram personalidade e até mesmo caráter¹³⁰. Sem o antropomorfismo, a domesticação e a manutenção de animais de estimação não seria possível¹²⁹. Porém, do ponto de vista evolutivo, esta é uma atividade anômala, não observada em outras espécies¹³¹. A formação de um vínculo entre homem e cão requerer que os humanos ajudem indivíduos não relacionados somente se houver probabilidade de reciprocidade futura, processo chamado de

“altruísmo recíproco”¹³². Porém, animais de companhia são incapazes de lembrar e retribuir favores passados.

Os benefícios diretos da manutenção de cães por humanos não são suficientes para classificar esta relação como mutualismo, uma vez que há custos. Se há custos, não há comensalismo. Cães não contribuem de forma prática no valor adaptativo dos humanos, portanto os custos suplantariam os benefícios, configurando-se uma relação de parasitismo¹³¹.

Os animais de companhia, em especial o cão, são considerados “parasitas sociais”, que aperfeiçoaram o desencadeamento e a exploração de instintos paternos humanos natos, chamados de *cute response*¹²⁷ (ou, em tradução livre para o Português, resposta à fofura). A incorporação de uma espécie que, de forma geral, não serve de alimento, ao convívio humano se torna vantajosa somente quando se considera a melhoria da saúde física e mental e maior qualidade de vida em decorrência desta aproximação. De fato, humanos que convivem com animais apresentam maior resistência a efeitos de eventos negativos e estresse¹³³. Este efeito é alcançado por conta do suporte social que animais de estimação podem proporcionar a humanos¹³³:

(a) Suporte emocional: senso de poder contar com outro para o conforto em situações de estresse e senso de ser cuidado por outro;

(b) Integração social: aceitação por um grupo ou rede social;

(c) Suporte de estima: recepção das respostas positivas e auto-afirmativas de outro a respeito de valores, competências e habilidades;

(d) Suporte prático, instrumental ou informativo: percepção de que outros irão prestar assistência financeira, prática e informativa, caso necessário;

(e) Oportunidades para prestação de cuidados e proteção: senso de ser necessário para outro.

A classificação da relação dos humanos com os cães como parasitismo é reforçada pela manipulação do comportamento do hospedeiro (humano) pelo parasito (cão), mais especificamente as respostas parentais do hospedeiro, de modo a aumentar a adaptabilidade. Este é um tipo especial de parasitismo, pois pode ser terminado pelo hospedeiro¹³¹.

A formação do vínculo entre homem e cão é, portanto influenciada pelo comportamento do cão, pois humanos distinguem comportamentos aceitáveis ou não e quando a compatibilidade é boa, tornam-se mais ligados a seus animais. O antropomorfismo também possibilita aos humanos o benefício social, emocional e físico das relações com animais, pelo uso de parâmetros relacionais humanos para com os animais não-humanos. Desta forma, humanos podem sentir amor, admiração, saudade, alegria e ciúme de seus animais¹²⁹. As pessoas estariam se iludindo e estes sentimentos seriam fictícios? Sem estas crenças, a formação de vínculo com animais não teria sentido e quaisquer outras interpretações do comportamento animal desvalorizariam esta relação, tornando-as superficiais e menos recompensadoras.

Cães são os animais de companhia mais populares mundialmente, desempenhando papel importante como membros das famílias humanas. Na rede social familiar, o suporte social derivado da relação homem-cão no tocante à companhia, cuidados e aliança confiável é, em algumas situações, mais importante que os derivados das relações entre humanos¹³⁴. A relação de humanos com cães geralmente desempenha um papel compensatório, ou seja, pessoas podem estabelecer relações com cães para compensar a baixa satisfação com outros membros humanos da família¹³⁴. Desta forma, o antropomorfismo atribuído aos cães leva uma parcela significativa de seus guardiões a os permitir que durmam em suas camas, subam nos móveis, obtenham comida na mesa de jantar, conversarem ou organizarem festas de

aniversário¹³⁵. A morte de um membro canino da família pode até mesmo deflagar emoções comparáveis à perda de um humano⁹⁶. O cão tornou-se, portanto, membro de uma família multi-espécie¹³⁶.

2 O cão no ambiente antropogênico

2.1 O cão doméstico na história humana

A manutenção de animais de companhia era um fenômeno difundido e bem aceito nas civilizações antigas clássicas. Entretanto as motivações para sua manutenção são obscuras¹³⁷. No Egito Antigo, pinturas em tumbas, artefatos e textos revelam que pessoas de todos os níveis sociais mantinham cães para companhia ou até mesmo como membros da família. Por conta da afeição dos egípcios por cães, indivíduos da raça Basenji foram trazidos da África Central para servirem como companhia. Ao redor de 1.600 a.C., cães asiáticos semelhantes a Mastiffs foram trazidos da Ásia para servirem na guerra e Galgos eram usados para lazer, como cães de corrida. Os cães também foram associados à religião, e muitos deles foram mumificados¹³⁸.

Em Roma e na Grécia Antigas, cães eram usados em guerras. Aristoteles (384-322 a.C.) descreveu três tipos de cães úteis, os Epiróticos, os Lacônios e os Molossos, sem entretanto fornecer qualquer descrição desses animais. Especula-se que estes cães assemelhavam-se aos Mastiffs, em decorrência dos achados arqueológicos disponíveis. Além desses, um cão pastor semelhante a um lobo era utilizado para proteger os rebanhos de gado, ovelhas e cabras. Os cães também eram associados a cultos religiosos, porém era comum o sacrifício de filhotes de cães para purificar as casas após o nascimento de uma criança¹³⁸. Gregos e romanos tinham elevado apreço por cães e cavalos e frequentemente realizavam funerais, mesmo que sem propósito ritualístico, mas por consideração ao animal. Nas lápides e sarcófagos mencionava-se o nome do animal, seus méritos e o pesar do seu guardião. O registro mais antigo de funerais de humanos com animais data do século V a.C., na Grécia. Os primeiros funerais específicos para cães datam do século IV a.C. Porém, os exemplos mais marcantes da afeição por animais foram inscrições nas lápides de tumbas de cães, principalmente. Estas inscrições, chamadas de epitáfios, começaram a ser utilizadas entre os séculos II e III a.C., trazendo mais

frequentemente as palavras: *athurma* (do Grego, significando brinquedo, causa de alegria ou deleite), *deliciae* (do Latim, significando deleite, favorito ou divertimento) e *philia* (do Grego, significando amizade). Animais de serviço também eram homenageados desta forma, como cavalos e cães de guerra e guarda¹³⁷.

Durante a Idade Média, esta relação de afeição com os cães mudou radicalmente. A caça era uma fonte importante fonte de subsistência entre os séculos V e VI d.C., e os cães que acompanharam os bárbaros durante a invasão européia foram usados como companheiros de caça e como cães de guarda nas propriedades. Com a perda do papel primordial da caça de subsistência no final do século XIII, a caça passou a ser ritualizada e exclusiva da nobreza. A posse de cães se transformou um diferencial entre a nobreza e a classe inferior. Entretanto, durante o século XIV, a Europa foi assolada pela peste negra e com a morte de milhões de pessoas, os cães foram abandonados aos milhares. As religiões monoteístas (Judaísmo, Cristianismo e Islamismo) pregavam a aversão aos animais, tidos como seres inferiores, a exemplo da completa supremacia humana sobre os animais estabelecida na Bíblia (Gênesis 1:27-28). As relações afetivas com animais eram, portanto, consideradas desagradáveis e desaprovadas neste período¹³⁷.

Somente na Era Vitoriana, em meados do século XIX, mesmo com a perda de função na caça e na guerra, os cães eram tidos como símbolo de status e associados a esporte. A seleção de espécimes perfeitos com o propósito puramente cosmético proporcionou o aparecimento de diversas novas raças na Europa e a sua padronização baseada em características fenotípicas e uso, culminando na organização do primeiro Kennel Club, no Reino Unido, em 1873.

A associação do cão com a nobreza e, posteriormente com a moda, foram os maiores motivadores do desenvolvimento contemporâneo das raças,

principalmente com finalidade estética e em menor grau, para o uso dos cães no trabalho. À margem da história oficial, os cães errantes sempre estiveram presentes na sociedade humana, tanto na Antiguidade, quanto contemporaneamente. Em países em desenvolvimento, são um problema premente, associados à transmissão e manutenção de doenças zoonóticas como a raiva e leishmaniose visceral.

2.2 Usos do cão pelo homem e desenvolvimento de raças

Um dos primeiros papéis que os cães assumiram na sociedade humana foi claramente a de companheiro social. Além disso, os cães também serviram como fonte de alimento em diversos locais, mundialmente, iniciando-se há 5 mil anos. Atualmente, apesar de ser um tabu no mundo ocidental, o consumo de carne de cão ainda é comum no Sudoeste Asiático. Cães também foram utilizados para tração, tanto individualmente por índios da América do Norte, quanto em grupo, puxando trenós por longas distâncias, no Ártico da América do Norte. Esta última forma de transporte ainda é utilizada nesta região. Assim como a utilização pré-histórica do cão como fonte de alimento e para tração, a sua utilização na caça também não tem registros conclusivos⁸¹. Entretanto, cães não só foram utilizados na caça durante o Mesolítico, quando humanos eram caçadores-coletores, mas aumentavam significativamente a eficiência da caça cooperativa com humanos⁷⁸. Cães contribuíram inclusive com as extinções em massa de grandes mamíferos proporcionada pelo consumo humano, neste período⁸¹.

Atualmente, pode-se distinguir três usos para os cães¹³⁹:

(a) Animais de trabalho: usados para o pastoreio ou guarda de outros animais e edificações, corrida, caça, guia de cegos ou uso pela polícia ou exército;

(b) Animais de companhia: posse somente para companhia ou lazer, sem interação afetuosa mais intensa com seus guardiões;

(c) Animais “pet”: animais de companhia, porém com relação próxima e afetuosa com seus guardiões, sendo considerados como membros da família.

Mesmo que a seleção de cães tenha atendido a demandas e necessidades específicas enquanto foram necessárias, atualmente não há uma razão clara para a manutenção desta espécie junto aos humanos. Entretanto, a guarda de cães é comum no mundo todo, intensificando-se a partir dos séculos XVI e

XVII, quando a melhoria da qualidade de vida da população humana possibilitou criar animais sem função econômica¹⁴⁰.

Os usos do cão para trabalho e para companhia acompanharam a história, a demografia, as migrações e até mesmo a moda humana, fatores que afetaram diretamente as composições das populações caninas, porém as informações pregressas deste processo são obscuras. Entretanto, as raças modernas de cães exibem um elevado nível de diversidade morfológica e comportamental, não observado em outras espécies de canídeos⁸.

A Federação Cinológica Internacional (FCI) reconhece 343 raças de cães, classificadas em 10 grupos, de acordo com sua função¹⁴¹:

- Grupo 1: Cães pastores e boiadeiros (exceto boiadeiros suíços);
- Grupo 2: Pinschers, Schnauzers, molossóides e cães suíços boiadeiros e da montanha;
- Grupo 3: Terriers;
- Grupo 4: Dachshunds;
- Grupo 5: Spitz e tipos primitivos;
- Grupo 6: Cães farejadores;
- Grupo 7: Cães apontadores;
- Grupo 8: Cães de busca (Retrievers);
- Grupo 9: Cães de companhia e toys;
- Grupo 10: Galgos.

As raças são definidas por suas características fenotípicas e comportamentais próprias. Além disso, raças podem ser definidas como tais, pois dois indivíduos de uma raça produzem crias com as mesmas características morfológicas dos pais. A uniformidade das raças resultou, portanto, de um longo período longo de isolamento geográfico⁸.

As características fenotípicas das raças são consistentes com marcadores genéticos autossomais e, mesmo utilizando-se um pequeno número de destes

marcadores, é possível atribuir indivíduos às suas raças específicas¹⁴². Estes resultados sugerem que muitas raças podem ter permanecido isoladas após sua origem. Porém, em contraste à uniformidade fenotípica e de marcadores genéticos autossomais, não há correlação de raças e haplótipos de mtDNA (herdado da mãe)^{43,94}, sugerindo que as raças modernas de cães tenham uma origem recente, a partir de uma população mista e geneticamente diversa de cães⁸. Entretanto, ao se analisar os haplótipos do cromossomo Y (herdado do pai) de várias raças de cães, observou-se um número menor que os haplótipos de mtDNA, o que sugere que um número menor de machos contribuiu para a formação das raças que o número de fêmeas. De fato, cães machos têm maior potencial reprodutivo que fêmeas, pois um macho pode cruzar com várias fêmeas¹⁴³. Desta forma, a seleção de machos pode promover uma definição fenotípica mais rápida em uma nova raça, estratégia usada por criadores de cães, atualmente.

Quando os humanos modernos translocaram cães domesticados para novas regiões, o resultado foi a mistura da população introduzida com as variedades locais, muitas das quais podem ter chegado em episódios de expansões anteriores. A vasta maioria das raças foi criada nos últimos 150 anos, emergindo do que foi um *pool* genético relativamente homogêneo, resultante de milênios de migrações humanas e a subsequente mescla de múltiplas linhagens independentes de cães. Esta história evolutiva, associada à formação recente das raças resultaram na monofilia das raças individuais e a falta de relação entre elas⁶³. Entretanto, o tempo evolutivo relativamente curto torna difícil quaisquer inferências sobre as relações genéticas entre raças modernas¹⁴².

A partir do século XIX, a seleção de espécimes perfeitos com o propósito puramente cosmético culminou com o aparecimento das exposições de cães e dos kennel clubs com a finalidade de sistematizar os padrões das raças. Em

1859, foi organizada a primeira exposição de cães em Birmingham e em 1873, a organização do primeiro Kennel Club, no Reino Unido. A extensa variedade de fenótipos de cães que existiram por milhares de anos passou ao isolamento reprodutivo com a organização dos kennel clubes e dos padrões (fenotípicos) das raças. A reprodução dos cães passou a ser regida pela “barreira das raças”, ou seja, nenhum cão seria registrado no clube como membro de uma raça se tanto o pai ou a mãe não fossem também registrados¹⁴².

Embora a FCI tenha organizado as raças de cães em 10 grupos, baseada na sua função, somente quatro subdivisões genéticas fundamentais foram descritas, representando quatro radiações adaptativas independentes^{142,144}:

(a) Grupo 1: formado pelos cães mais primitivos provenientes de diversas regiões do mundo, originários da África Central e do Oriente Médio (incluindo Basenji, Saluki e Afghan Hound), do Tibet (Terrier Tibetano e Lhasa Apso), da China (Chow Chow, Pequinês, Shar Pei e Shi Tzu), do Japão (Akita e Shiba Inu) e do Ártico (Malamute, Husky Siberiano e Samoyed);

(b) Grupo 2: formado por cães Mastiff, incluindo o Mastiff, Bulldog e Boxer, além do Bullmastiff, Bulldog Francês, Bull Terrier Miniatura, Rotweiller, Terra Nova, Bernese e Pastor Alemão;

(c) Grupo 3: formado por cães pastores (similar ao grupo 1 da FCI), incluindo Pastor Belga, Tervuren Belga, Collie, Pastor de Shetland, Lébril Irlandês, Greyhound, Borzoi e São Bernardo;

(d) Grupo 4: formado por cães de raças europeias, que divergiram no século XIX.

O grupo 1 é o que mais se assemelha filogeneticamente ao lobo-cinza, porém a denominação “raças primitivas” é controversa. Um estudo utilizando 49.024 SNPs autossomais de 1.375 cães de 35 raças, 19 lobos, além de dados previamente publicados de remanescentes fósseis de cães,

demonstrou através de análises de diferenciação genética que nenhuma das chamadas “raças primitivas” são provenientes das regiões onde os remanescentes arqueológicos mais antigos de cães foram encontrados e que algumas destas raças (Basenji), além do dingo (*Canis lupus dingo*) e o cão-cantor-da-Nova Guiné (*Canis lupus hallstromi*) são provenientes de regiões fora da área de ocorrência do lobo-cinza, onde cães domesticados foram introduzidos muito posteriormente à domesticação. Estas raças são resultantes da privação da mistura com outros cães, provavelmente devido ao isolamento geográfico e cultural⁶³.

Além da “barreira das raças” ter promovido um *pool* genético relativamente fechado em cada uma das raças, ocasionou uma série de consequências deletérias para a saúde dos cães. Para que o “cão ideal” fosse obtido segundo os preceitos do antropomorfismo, cruzamentos endogâmicos, utilizando machos selecionados para espalharem seus genes, foram responsáveis pela diminuição da diversidade genética de cães e pela predisposição a doenças.

Existem cerca de 370 doenças de origem genética em cães, sendo cerca de 70% herdadas de forma autossômica recessiva, traços recessivos ligadas ao cromossomo X ou outras características genéticas complexas, cuja prevalência aumenta com os cruzamentos endogâmicos. Doenças herdadas de forma dominante são raras, pois são mais facilmente detectadas e evitadas pelos criadores¹⁴⁵.

Para que as expectativas humanas para com os cães fossem atendidas, foram essenciais a seleção antropomórfica e o pedomorfismo para criá-los¹²⁷. Além de características físicas, as características comportamentais foram selecionadas através de cruzamentos específicos com o objetivo de gerar animais mais próximos da percepção antropomorfizada. A popularização de determinadas raças é decorrente do apelo de modismos (influência social

extrínseca) que por suas funções (influência intrínseca)¹⁴⁶, ambas mutáveis ao longo do tempo. Desta forma, as raças mais populares são as mais frequentemente submetidas a cruzamentos endogâmicos e mais propensas ao desenvolvimento de doenças herdáveis, sugerindo que a saúde dos animais seja desconsiderada durante a reprodução e aquisição dos animais¹⁴⁶.

Na Tabela 2.1 foram organizadas as doenças herdadas por raças cães¹²¹, segundo a classificação da FCI¹⁴¹ e subdivisões genéticas fundamentais^{142,144}.

Tabela 2.1 - Doenças congênitas por raça de cães, segundo a classificação de raças de cães da FCI e subdivisões genéticas fundamentais. Adaptado de Gough A, Thomas A, 2004. *Breed predispositions to disease in dogs and cats*. Oxford: Blackwell Publishing; Federacion Cynologique Internationale [FCI], 2015. Breeds recognised on a definitive basis. Thuin: FCI; Parker HG, Kim LV, Sutter NV, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, Johnson GS, DeFrance HB, Ostrander EA, Kruglyak L, 2004. Genetic structure of the purebred domestic dog. *Science*, 304: 1160-1164; Sutter NB, Ostrander E, 2004. Dog star rising: the canine genetic system. *Nat Rev Genet*, 5: 900-910.

(continua)

Raça	Classificação FCI ¹	Classificação genética ²	Cardiovascular	Dermatológica	Reação adversa a drogas	Endócrina	Fisiológica	Gastrointestinal	Hematológica/imunológica	Infecciosa	Musculo-esquelética	Neoplásica	Neurológica	Ocular	Renal/urinária	Reprodutiva	Respiratória	Total
Affenpinscher	2	-												1				1
Afghan Hound	10	1	1	4	2							1	1	4			3	16
Airedale Terrier	3	4	1	6	1		1	1		2	5	2	5		2			26
Akita	5	1	2	3			1	1		2		4	6					19
American Staffordshire Terrier	3	-		2							1	4		3				10
American Water Spaniel	8	4		2	1									2				5
Australian Kelpie	1	-											1	1				2
Basenji	5	1					1	3	1		3			3	2	1		14
Basset Hound	6	4	2	7			1	1	3	2	2	8	4	7	1			38
Beagle	6	4	3	7	4		1	1	6	1	3	9	12	13	2	1		63
Bearded Collie	1	-		2							1			3				6
Beauceron	1	-		3														3
Bedlington Terrier	3	4		1				2			1			6				10
Bernese	2	2		3							5	3	2	4	1		1	19
Bichon Frise	9	4	1	2					1			1	2	4	5		1	17
Bloodhound	6	4	1					1				1		7				10
Boiadeiro Australiano	1	-											1	3	1			5
Border Collie	1	4							1		2		3	9				15
Border Terrier	3	-												1				1
Borzoi	10	3		1	1		1						1	4			1	9
Boston Terrier	9	-		9	1	1	2				5	7	7	9	2	2	2	47
Bouvier de Flandres	1	-		2				1			3	1		3			1	11
Boxer	2	2	6	17	1	5	1	4		2	4	22	4	7	1	3		77
Boykin Spaniel	-	-	1								1							2
Briard	1	-									1			2				3
Brittany Spaniel	7	-		4					1	1	3	1	2	3	1			16
Buhund Norueguês	5	-												1				1
Bulldog Francês	9	2		3				1	1		2	1	3	4	1			16

Raça	Classificação FCI ¹	Classificação genética ²	Cardiovascular	Dermatológica	Reação adversa a drogas	Endócrina	Fisiológica	Gastrointestinal	Hematológica/imunológica	Infecciosa	Musculo-esquelética	Neoplásica	Neurológica	Ocular	Renal/urinária	Reprodutiva	Respiratória	Total
Bulldog Inglês	2	2	4	9		1	1	1			6	3	7	8	6	4	2	52
Bull Mastiff	2	2	1	2				1			3	1	1	7	1	1		18
Bull Terrier	3	-	2	9					1		4	2	2	4	2			26
Bull Terrier Miniatura	3	2												2				2
Cairn Terrier	3	4		1		1		4	2		2		1	5	1	1	2	20
Cão d'Água Irlandês	8	-		1							1			1				3
Cão d'Água Português	8	4	1	2									1	4				8
Cão das Montanhas dos Pirineus	2	-	1				2		1		3		1	5				13
Cão de Crista Chinês	9	-		1														1
Cão Esquimó	5	-												1				1
Carnelian Bear Dog	5	-				1												1
Cavalier King Charles Spaniel	9	4	2	2			1		1	1	3		1	9			2	22
Chesapeake Bay Retriever	8	4							1		1		1	7		1		11
Chihuahua	9	4	3	6							8	2	3	4	1	2	1	30
Chow Chow	5	1	1	7	2	2		1			2	2	2	6	1			26
Clumber Spaniel	8	4									2			4				6
Cocker Spaniel	8	4	6	12		1		4	6	3	12	15	8	24	3	2	2	98
Collie	1	3		15	1			3	3	2	5	6	4	16	2	1	1	59
Coonhound	6	-		1					1	1			1	5				9
Curly-coated Retriever	8	-		1										5				6
Dachshund	4	4	2	21		3	1	1	2	1	4	9	6	16	2	1	1	70
Dálmata	6	-		6							2	2	4	9	1	2		26
Dandie Dinmont Terrier	3	-					1						1	2				4
Deerhound	10	-	1								1				1			3
Dobermann	2	4	3	22	1	1		4	2	5	5	7	10	10	2	2	1	75
Dog Alemão	2	4	5	11		1		3		1	3	2	4	9		1		40
Dogue de Bordeaux	2	-		1														1
Dutch Kooiker	8	-							1									1
Elkhound	5	4									2	2		6	2			12
Field Spaniel	8	-												3				3
Finnish Spitz	5	-		1					2									3
Flat-coated Retriever	8	4									1	2		8				11
Foxhound	6	-							1				1					2
Fox Terrier	3	3	2	3		1		1			2	5	7	5	1			27
Golden Retriever	8	4	5	11		3		3			7	15	5	20	3	1	1	74
Gordon Setter	7	-		5				1			1		1	5			1	14
Greyhound	10	3		5	1		9		1		12		1	3				32
Greyhound Italiano	10	4		3	1									4				8
Griffon Bruxellois	9	-												2				2
Harrier Hound	6	-											1					1
Havanese	9	-												1				1
Hungarian Puli	1	-				1					1			3				5
Husky Siberiano	5	1	1	10		1	2	1				5	2	10	1	1	1	35
Ibizan Hound	5	4											1	3				4
Jack Russell Terrier	3	-		3		2					3	1	2	2				13

Raça	Classificação FCI	Classificação genética?	Cardiovascular	Dermatológica	Reação adversa a drogas	Endócrina	Fisiológica	Gastrointestinal	Hematológica/imunológica	Infecciosa	Musculo-esquelética	Neoplásica	Neurológica	Ocular	Renal/urinária	Reprodutiva	Respiratória	Total
Keeshound	5	4	3	3		3						3	1	2				15
Kerry Blue Terrier	3	4	1	5					1			3	1	3		1		15
King Charles Spaniel	9	-						1					1	5				7
Komondor	1	4												2				2
Kuvasz	1	4											1	2				3
Labrador Retriever	8	4	5	23		4	3	6	1	3	11	11	6	16	2	2	1	94
Lakeland Terrier	3	-	1											4				5
Lancashire Heeler	-	-												4				4
Lébre Irlandês	10	3	2	1		1		2	2		3	1	1	6				19
Leonberger	2	-				1								1				2
Lhasa Apso	9	1	1	4	1			1				3	3	12	5		1	31
Löwchen	9	-												1				1
Lundehund	5	-						2										2
Lurcher	-	-									1		1					2
Malamute	5	1		4		2			2		2	2	1	6	1			20
Maltês	9	-	2	1				2			1		3	6		1		16
Manchester Terrier	3	4		2					1					3				6
Mastiff	2	2	2					1			2			8	1	1		15
Mastiff Napolitano	2	-									1			6		1		8
Mastiff Tibetano	2	-											1					1
Munsterlander	7	-		1										1				2
Norfolk Terrier	3	-												4				4
Norwich Terrier	3	-									1		1	4				6
Nova Scotia Duck Tolling Retriever	8	-				1								2				3
Old English Sheepdog	1	4	3	5	1	1			3		3	5	3	7	2	1	1	35
Otterhound	6	-							1		1							2
Papillon	9	-		1									1	3				5
Parson Russell Terrier	3	-												1				1
Pastor Alemão	1	2	7	31		5	3	16	6	2	14	20	11	16	3	3	2	139
Pastor Australiano	1	4	1	2	1					1	1	1	1	4	1			13
Pastor Belga	1	3		1				1			1	1		6				10
Pastor de Shetland	1	3	1	10	1	1	1	1	3		8	5	1	16		3		51
Pastor Finlandês da Lapônia	5	-									1							1
Pelado Mexicano	5	-							1									1
Pequinês	9	1	1	6			1	2			5	1	4	10		2	2	34
Petit Basset Griffon Vendeen	6	-												1				1
Pinscher Miniatura	2	-		2		1					1			5	1			10
Pointer	7	4	3	14		1		2	1	4	5	4	7	7		1	1	50
Polish Lowland Sheepdog	1	-												1				1
Poodle	9	4	3	16	1	7	1	6	5		10	12	14	20	6	3	1	105
Pug	9	4	1	6			1				3	2	2	8		2	1	26
Red Kelpi	-	-		1														1
Rhodesian Ridgeback	6	4		4									3	3				10
Rottweiler	2	2	1	10			3	4	2	2	9	3	7	12	2	1		56

Raça	Classificação FCI ¹	Classificação genética ²	Cardiovascular	Dermatológica	Reação adversa a drogas	Endócrina	Fisiológica	Gastrointestinal	Hematológica/imunológica	Infecciosa	Musculo-esquelética	Neoplásica	Neurológica	Ocular	Renal/urinária	Reprodutiva	Respiratória	Total
Saluki	10	1		3	1							1	1	1				7
Samoyed	5	1	3	4		2					2	1	5	11	1			29
São Bernardo	2	3	1	4			2	1	1		6	3	4	9		1		32
Schipperke	1	4		4		1								2				7
Schnauzer	2	4	4	12	3	5		7	2		1	9	3	14	6	3		69
Sealyham Terrier	3	-		1									1	6		1		9
Setter Inglês	7	-		2							1		2	4				9
Setter Irlandês	7	4	1	10		2		5	2		3	7	5	9	1		1	46
Setter Irlandês Ruivo e Branco	7	-							1					1				2
Shar Pei	2	1		7				4	1		2	2		6	1		1	24
Shih Tzu	9	1	2	3	1		1	2				2	1	10	8		1	31
Silky Terrier	3	-		5	1								2	3	1			12
Skye Terrier	3	-					1	1			1			2	1			6
Soft-coated Wheaten Terrier	3	-		2				1						3	1			7
Spaniel Japonês (Chin)	9	-											1	3				4
Spaniel Tibetano	9	-												6				6
Spitz Alemão	5	4	2	1		2					5	1	2	3		2	1	19
Springer Spaniel	8	4	3	11				1	3		2	6	5	20	2	2	1	56
Staffordshire Bull Terrier	3	-		2		1		1			2	2		2	1			11
Sussex Spaniel	8	-									2			3				5
Swedish Lapland	5	-											2					2
Terra Nova	2	2	5	5		1		1					1	6	2		1	22
Terrier Escocês	3	-	1	6			1		3	2	2	7	2	2		1		27
Terrier Irlandês	3	4		2							1	1		1				5
Terrier Tibetano	9	1				1							2	6				9
Tervuren Belga	1	3		5			1						1	4				11
Vizsla	7	-		1					1					4				6
Weimaraner	7	-	2	7				2	3	3	3	2	3	7	1	2		35
Welsh Corgi	1	-		1			1		2					8	3			15
Welsh Terrier	3	-												2				2
West Highland White Terrier	3	4	3	8			1	1	1		4	4		6	2		1	31
Whippet	10	4		7	1						1	1		6				16
Yorkshire Terrier	3	-	2	9	1	1		4			6	3	3	6	6	2	1	44

¹Classificação de raças de cães¹⁴¹.²Subdivisões genéticas fundamentais^{142,144}.

Ao comparar o número médio de doenças congênitas¹²¹ das raças da subdivisão genética formada pelo grupo 1 (geneticamente mais próximo do lobo-cinza)¹⁴² e as demais raças (dos grupos 2, 3 e 4) através do teste t para amostras independentes e considerando-se variâncias diferentes ($p = 0,004$, no teste de Levene), observou-se uma diferença significativa ($p = 0,03$). O número médio de doenças do grupo 1 é 21,1 (desvio-padrão = 10,7) e das demais raças, 31,7 (desvio-padrão = 29,8). Para esta análise foram utilizadas as 75/85 raças (88,2%) cujas subdivisões genéticas fundamentais foram estabelecidas¹⁴² e possuíam a descrição das doenças congênitas associadas¹²¹. Este resultado mostrou que as raças desenvolvidas mais recente apresentam, em média, mais doenças congênitas que os cães geneticamente mais próximos do lobo-cinza.

Dentre as dez raças mais populares dos Estados Unidos em 2014 (Labrador Retriever, Pastor Alemão, Golden Retriever, Bulldog Inglês, Beagle, Yorkshire Terrier, Poodle, Boxer, Bulldog Francês e Rottweiler), não figura nenhuma pertencente à subdivisão genética fundamental 1. A primeira raça a figurar nesta lista é o Husky Siberiano, na 13ª posição¹⁴⁷.

Em um estudo recente, os padrões genéticos de variações deletérias em 90 genomas completos de cães de raça definida, cães de rua e lobos, determinou que a proporção de heterozigose mutante de aminoácidos para heterozigose silenciosa é maior em cães do que em lobos, sendo que cães têm um aporte genético 2-3% maior que lobos-cinza¹⁴⁸. Este padrão é devido à seleção natural menos eficiente devido a gargalos associados à domesticação e formação de raças, em maior grau que processos recentes de endogamia. Além disso, observou-se regiões do genoma canino associadas a varreduras seletivas enriquecidas para variantes de alterações de aminoácidos e genes de doenças mendelianas. Desta forma, populações pequenas de cães durante a

domesticação e intensa seleção artificial para características fenotípicas desejáveis aumentaram o número de variações genéticas deletérias¹⁴⁸.

O catálogo da Exposição Internacional Panamá-Pacífico de 1915 reuniu registros fotográficos de todas as raças conhecidas de cães¹⁴⁹. Há 100 anos, os cães eram significativamente diferentes dos atuais. De forma geral, possuíam membros e focinhos mais alongados e tinham corpos longilíneos, características associadas à função de trabalho (Figura 2.1). Os Basset Hounds, Beagles, Boston Terriers, Buldogues, Dachshunds, Dandie Dinmont Terriers, Setters Irlandeses, Skye Terriers, Pequineses, Pugs, Shi Tzus e Welsh Corgis atuais, se comparados aos seus antecessores, possuem membros e focinhos significativamente mais curtos, devido à acondroplasia ou à hipocondroplasia¹²¹. Raças acondroplásicas ou hipocondroplásicas são selecionadas para apresentarem esta condição, sendo este um padrão aceito para diversas raças. Em cães braquicefálicos, a acondroplasia pode dificultar a respiração e a troca de calor, e se estes cães forem mantidos em locais não ventilados e muito quentes, podem até mesmo morrer. Fêmeas de algumas raças braquicefálicas (como o Buldogue Inglês) apresentam dificuldade ou até mesmo inabilidade para o parto (devido a distocias) e precisam ser submetidas a cesarianas. Algumas raças de cães modernos também apresentam excessivas dobras de pele, o que os torna suscetíveis a doenças dermatológicas.

Figura 2.1 - Mudanças fenotípicas decorrentes de 100 anos de seleção das raças Bull Terrier (A), Basset Hound (B), Boxer (C), Bulldog (D), Dachshund (Teckel) (E) e Pastor Alemão (F).

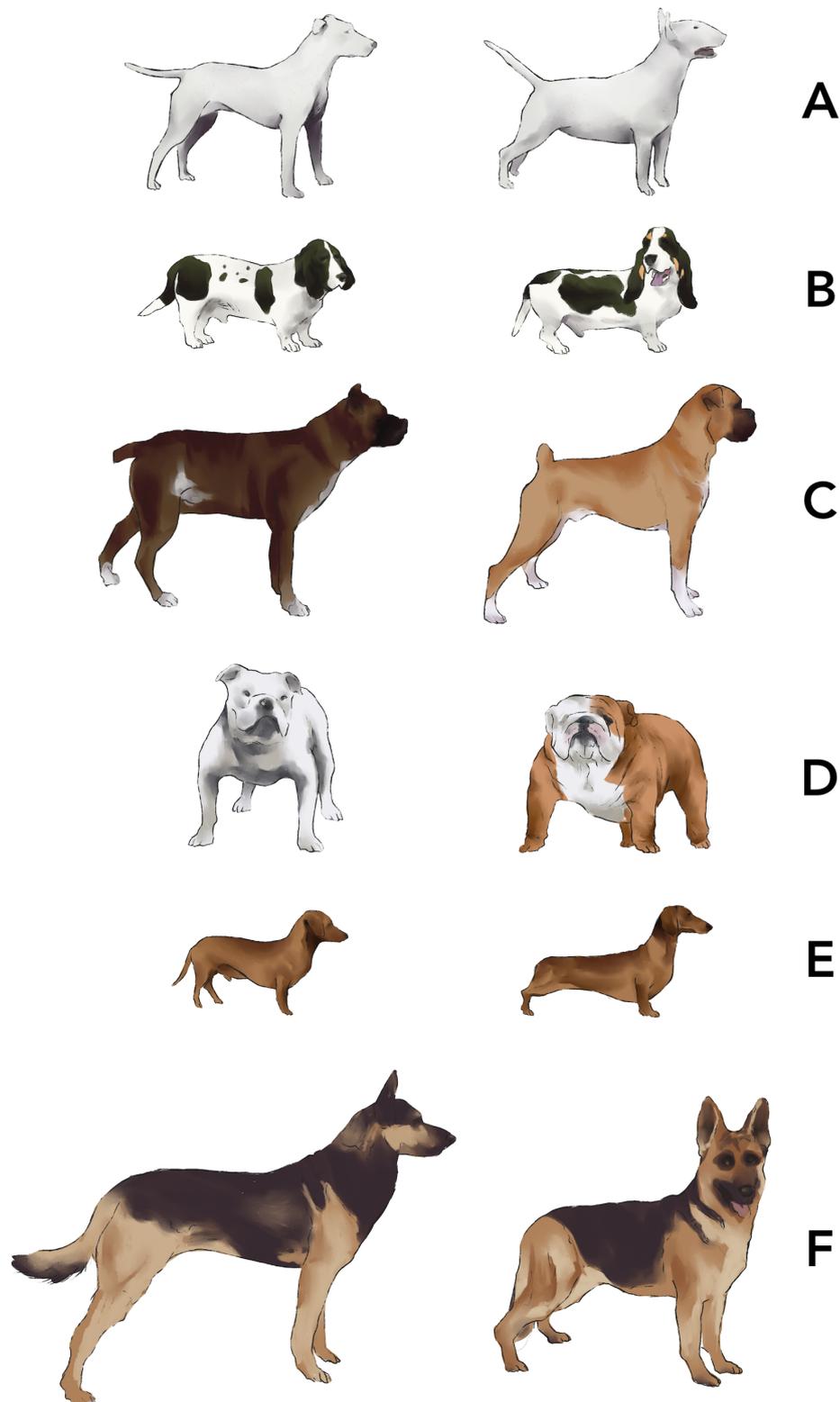


Ilustração: Natália Acarine Dias.

Os Pastores Alemães, por exemplo, são predispostos a 139 doenças congênitas (cardiovasculares, dermatológicas, endócrinas, gastrointestinais, hematológicas, imunológicas, infecciosas, músculo-esqueléticas, neoplásicas, neurológicas, oculares, fisiológicas, renais, e reprodutivas), somente pelo fato de serem Pastores Alemães¹²¹. Os efeitos deletérios do desenvolvimento das raças dificilmente são divulgados e existem poucos trabalhos científicos sobre este tema. Animais fora do padrão das raças ou doentes são simplesmente descartados pelos criadores. Um documentário produzido em 2008 pelo Canal 1 da televisão BBC de Londres, intitulado “Pedigree Dogs Exposed” aborda este tema com profundidade. Em 2012, um novo documentário, produzido pelo Canal 4 da BBC, intitulado “Pedigree Dogs Exposed: Three Years On” aborda as mudanças ocorridas depois do lançamento do primeiro documentário e os pontos de preocupação ainda existentes no Reino Unido.

A prática excessivamente tipológica de criação de indivíduos que melhor se encaixem em padrões de raça, um legado vitoriano, é questionável, não permitindo a seleção para a remoção de variações genéticas potencialmente deletérias, associadas a genes responsáveis por características raça-específicas¹⁴⁸. Deve haver um limite ético para o relacionamento de humanos e cães, não importando se forem considerados membros da família ou simples brinquedos, ou seja a criação de cães com deficiências físicas e/ou comportamentais para a conveniência do desejo humano¹²⁷.

2.3 Agressividade canina

Cães domiciliados tendem a ser medrosos, frequentemente rosnam para os membros da família e podem apresentar comportamento de monta, especialmente aqueles que vivem exclusivamente no interior dos domicílios. Nesta situação, considerando que o contato humano com os cães seja mais intenso, os guardiões tendem a ser mais tolerantes e adequam-se ao comportamento de seus animais, seja ele qual for. Entretanto, esta relação pode levar a consequências indesejadas⁹⁶, como a agressividade.

Humanos demonstram baixa agressividade contra co-específicos em um grupo social, se comparados às outras espécies de primatas. Durante a domesticação do cão, humanos provavelmente buscaram atitudes pacíficas similares, sendo essa uma das razões para a seleção por comportamento. Comportamentos caninos agressivos têm uma influência negativa na relação homem-cão, sendo uma das queixas mais frequentes de guardiões⁹⁶ e uma das principais causas de abandono ou eutanásia¹⁵⁰.

A agressão de cães a humanos é potencialmente perigosa, pois o comportamento humano não é perfeitamente compatível com o do cão. Alguns comportamentos demonstrados pelo cão agressivo, como rosnado ou olhar fixo são reconhecidos de forma inata, mas orelhas e cauda eretos, não (Figura 2.2). Mordedura é sempre o último recurso utilizado por cães em uma disputa com humanos, que tendem a bater no animal, nessas situações. Bater é um elemento que não faz parte do repertório comportamental do cão, porém morder sim⁹⁶.

Figura 2.2 - Posturas corporais do cão doméstico (*Canis lupus familiaris*) desde um estado neutro (A) até estados excitados (B), agressivos (C) e submissos (D).

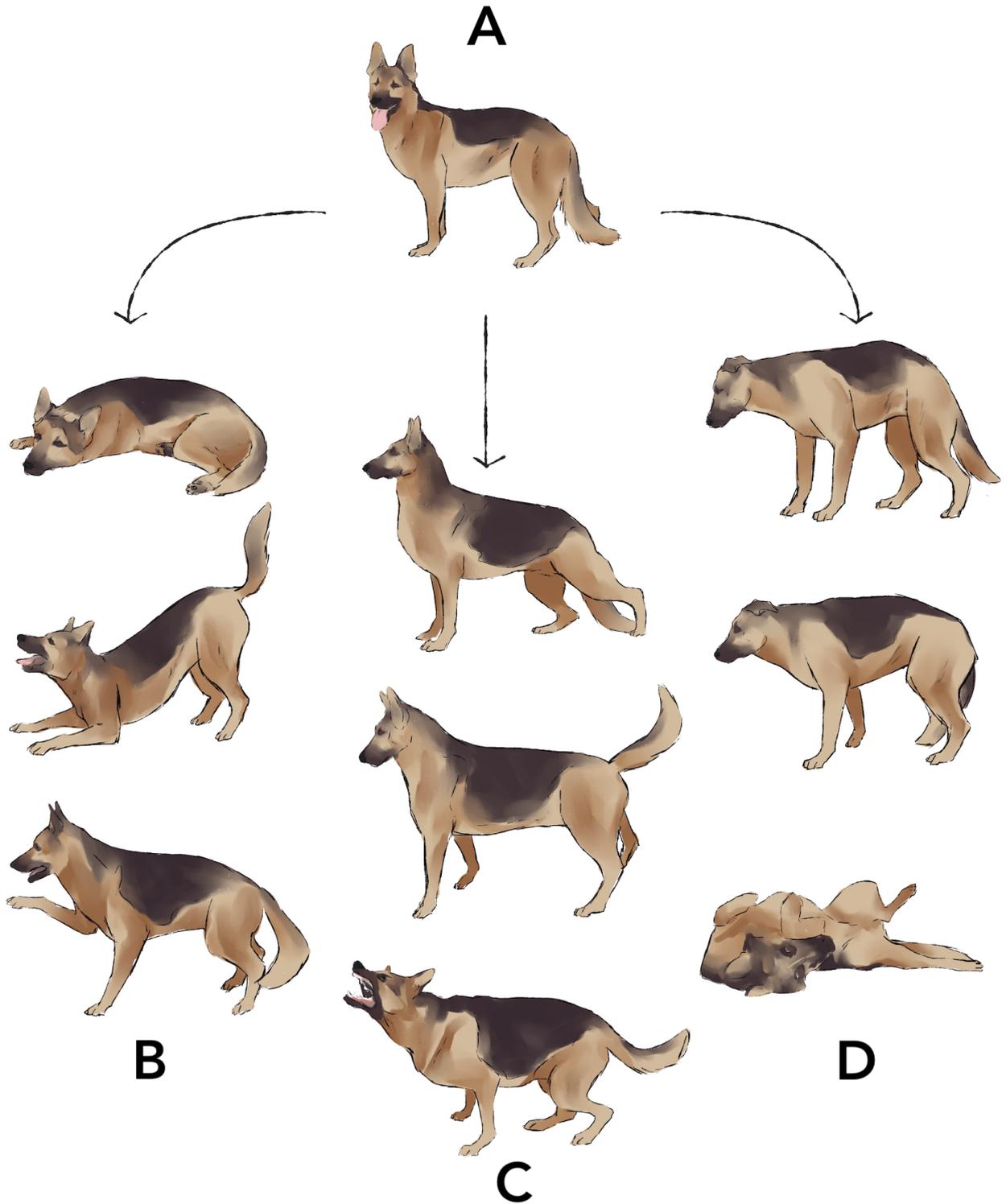


Ilustração: Natália Acarine Dias.

Mordeduras de cães representam um risco significativo para humanos, pois além dos danos físicos, podem provocar danos emocionais. Informações sobre a epidemiologia das mordeduras são raras, porém a sua incidência tem sido reportada em vários países do mundo, variando de 0,00004 a 14,1 casos por 1.000 habitantes¹⁵⁰.

Os próprios guardiões são mais frequentemente envolvidos em agressões por cães. Homens adultos, crianças e idosos (geralmente familiares aos cães) estão sob elevado risco de serem atacados, quase sempre decorrente da interação com os animais agressores e, geralmente, no interior do próprio domicílio. Ataques à cabeça e pescoço são mais frequentemente observados em crianças que, associado à severidade das feridas, apresentam maior necessidade de atendimento médico e taxa de mortalidade. Quando as agressões ocorrem em locais públicos, são mais freqüentemente direcionadas a homens adultos (não familiares aos cães), sem que tenha havido interação da vítima com o cão agressor^{150,151}.

A domesticação do cão doméstico teve, portanto, efeitos na agressividade canina intra-grupo (cães e humanos familiares) e inter-grupo (cães e humanos não familiares). Agressões que tenham um papel físico ou de sinalização por posturas corporais podem ser tanto ofensivas quanto defensivas⁹⁶ e são classificadas como afetivas. Agressões que tenham como objetivo a destruição de um eventual oponente são classificadas como predatórias⁹⁶ e, portanto, não afetivas. A classificação das agressões depende do alvo, contexto e da postura tomada pela vítima⁹⁶:

(a) Agressividade contra humanos familiares: dominância, defensiva ou frustração;

(b) Agressividade contra humanos não familiares: territorial, defensiva ou predatória;

(c) Agressividade contra animais familiares: hierárquica ou defensiva;

(d) Agressividade contra animais não familiares: territorial, defensiva, intra-sexual.

A probabilidade de agressão é inversamente proporcional ao tamanho do cão. Embora cães pequenos possam morder mais frequentemente, cães maiores podem causar feridas mais sérias (perfurantes ou dilacerantes) ou morte da vítima¹⁵⁰.

A maioria dos cães agressores fora adquirido durante o período de socialização (3-12 semanas de idade). Animais separados da ninhada antes das sete semanas não apresentam inibição da mordedura, devido à falta de aprendizado com seus irmãos. Geralmente estes filhotes são medrosos frente a estímulos novos, mas apresentam boa interação com humanos. Mesmo filhotes que tenham aprendido a inibir mordedura podem agredir, principalmente se criados em um ambiente não enriquecido ou não seguro, fazendo com que os animais não estejam prontos para lidar com estímulos novos após o período de socialização. Finalmente, cães confiantes em ambientes novos, mas não socializados com humanos também podem agredir¹⁵⁰.

Cães machos intactos agriem mais frequentemente que machos esterilizados¹⁵¹ e fêmeas (esterilizadas ou não), porém não há consenso se fêmeas esterilizadas agriem mais frequentemente que fêmeas intactas¹⁵⁰.

Em resumo, pode-se dizer que a tendência hierárquica do cão persiste no âmbito doméstico. A agressão aparece quando a estrutura social do domicílio está desorganizada. Além disso, os humanos propiciam aos cães uma série de situações ambivalentes que podem gerar conflitos motivacionais.

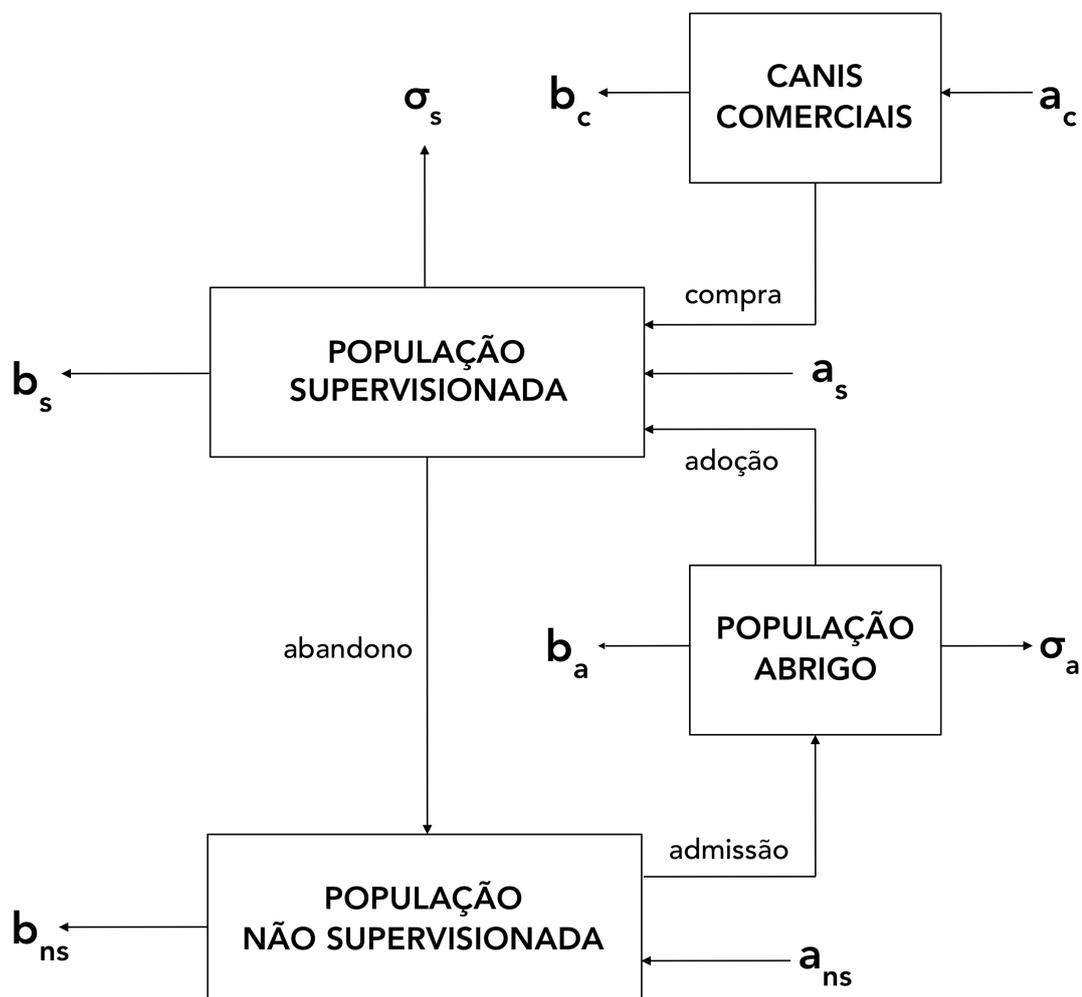
2.4 Dinâmica populacional canina

O processo de domesticação tornou os cães totalmente dependentes de recursos providos pelos humanos. Neste sentido, a variação das densidades populacionais humanas, manejo do lixo e disponibilidade de recursos necessários aos cães podem promover diferentes densidades caninas em zonas urbanas e rurais. De forma geral, densidades populacionais caninas mais elevadas são observadas em zonas urbanas que em zonas rurais, com exceção da Ásia¹⁵². O tamanho exato da população canina é desconhecido, porém estima-se que existam entre 700 milhões¹⁵³ e um bilhão¹⁵² de cães domésticos no mundo, o que os torna a espécie mais populosa de canídeos.

A domesticação dos cães se iniciou no mesmo período em que o homem passou a desenvolver relações sociais de grupo. Se a domesticação significa evolução para um ambiente controlado e seguro, então ambos, cão e homem representam espécies domesticadas. Assim, urbanização e domesticação têm muito em comum e são indissociáveis¹²⁵. Apesar das maiores densidades populacionais caninas serem observadas nas áreas urbanas, cerca de 60% da população canina esteja localizada em zonas rurais¹⁵².

Com relação ao grau de supervisão pelos seus guardiões, pode-se genericamente classificar populações caninas como supervisionadas e não supervisionadas (Figura 2.3). Cães supervisionados recebem alimento, água e abrigo de seus guardiões de forma sistemática. Têm acesso a cuidados veterinários e, de forma geral apresentam baixa taxa de natalidade, por serem submetidos a controle populacional por esterilização ou restrição de movimento. Por estes motivos, apresentam elevada longevidade¹⁵⁴. Se saírem para a rua sem supervisão de seus guardiões, não se afastam a uma distância superior a 500 metros de seus domicílios¹⁵⁵.

Figura 2.3 - Esquema de compartimentos de uma população canina supervisionada, não supervisionada, em abrigos e em canis comerciais.



Taxas: a = natalidade; b = mortalidade; σ = esterilização.

Cães não supervisionados são encontrados em espaços públicos, podendo se reproduzir livremente (se não forem esterilizados) e interagir com outros cães e pessoas. Esta situação aumenta a probabilidade de contatos infecciosos, invasão de prédios públicos e casas, incômodo ou atropelamentos¹⁵⁴. Parte desta população é composta por cães com guardião que, por terem uma relação de guarda responsável frouxa, permitem que seus animais saiam à rua sem supervisão. Estes cães recebem ocasionalmente

alimento, água e abrigo, contando com fontes de água e alimento alternativas, como poças d'água ou lixo. Eventualmente recebem atenção veterinária e apresentam uma elevada taxa de natalidade, modulada por agentes infecciosos transmitidos durante o coito, por exemplo a *Brucella canis*¹⁵⁵.

Uma outra parcela da população não supervisionada não possui guardiões, sendo denominada de população errante. Estes animais alimentam-se raramente e irregularmente de sobras humanas e utilizam estruturas ou edifícios abandonados como abrigos. Devido à falha no atendimento da sua demanda energética, exposição a doenças e falta de atenção veterinária, apresentam longevidade e taxa de natalidade reduzidas.

Desta forma, o termo “cão errante” refere-se não somente a cães sem guardião, mas também a cães que foram abandonados ou que tenham sido perdidos pelos seus guardiões. De forma similar, o termo “cão com guardião” refere-se não somente aos cães cujos guardiões restrinjam seu movimento ao espaço domiciliar, mas também aos cães que estejam em espaço público cuidados pela comunidade, denominados “cães de vizinhança”¹³⁹.

Com o exposto, pode-se inferir que quase todos os cães têm ou já tiveram um guardião, em algum momento de suas vidas. A existência de populações de cães errantes é uma realidade em países em desenvolvimento na América Latina, na África e na Ásia. O fator contribuinte mais importante para a existência destes animais é o abandono¹⁵⁶.

As causas do abandono de animais foram descritas nos Estados Unidos e em países asiáticos, não havendo literatura disponível sobre o assunto em outras regiões. Nos Estados Unidos, por exemplo, os principais fatores de risco para a entrega de animais em abrigos foram a existência de um problema comportamental do cão referido pelo guardião, alteração da disponibilidade de espaço para a família, o estilo de vida do guardião, a falta de preparo para receber um cão e a diferença entre expectativa e a realidade

nos cuidados com o cão¹⁵⁷. Em Taiwan, o fator de risco mais importante associado ao abandono também foi a existência de problemas comportamentais nos cães, a diferença entre expectativa e realidade e a falta de conhecimento prévio sobre os cães¹⁵⁸.

Dos guardiões que entregaram cães em abrigos nos Estados Unidos, a maioria foi composta por homens com idade ao redor dos 40 anos, que haviam feito a primeira adoção, que tinham filhos e que haviam adotado o animal para fazer companhia para a criança¹⁵⁷. Além disso, o perfil dos guardiões que entregaram cães em abrigos possuíam, em sua maioria, até o ensino médio¹⁵⁹ e abandonavam o animal até seis meses após a adoção¹⁶⁰.

O perfil mais frequente dos cães abandonados nos Estados Unidos era formado por machos, fêmeas intactas, com idade inferior a dois anos, adquiridos a baixo ou nenhum custo e que morderam uma pessoa recentemente. Cães que sujavam a casa, provocado danos ou eram hiperativos ou medrosos também apresentaram maior risco de serem abandonados^{157,159}. Nos Estados Unidos, cães adotados com idade superior a seis meses apresentaram maior risco de serem abandonados¹⁵⁷, ao passo que em Taiwan, a associação com o abandono foi observada em cães adotados com menos de seis meses de idade. Em Taiwan, também foi observado que o guardião que já havia abandonado um cão apresentava maior chance de reincidir¹⁵⁸.

Problemas comportamentais referidos pelos guardiões são uma das principais causas de abandono ou eutanásia¹⁵⁶. Muitos dos proprietários podem não conhecer adequadamente os comportamentos caninos normais ou podem ter expectativas irreais sobre os cães. Comportamentos indesejados são aqueles que representam perigo ou geram transtorno no ambiente doméstico, apesar destes comportamentos serem muitas vezes normais e esperados para a espécie.

2.5 Tendências demográficas da população canina com guardião

Uma avaliação razoável das tendências demográficas da população canina com guardião pode ser obtida através da comparação de dados censitários humanos e animais. No Brasil, dados sobre a evolução da população de animais de companhia são escassos, ao contrário dos Estados Unidos, onde estes dados são coletados sistematicamente, em todo o país.

No Brasil, a primeira estimativa nacional da população de cães com guardião foi realizada em 2013. Estimou-se a existência de um total de 52,2 milhões de cães com guardião em 28,9 milhões de domicílios (44,3% do total), com um número médio de 1,8 cães por domicílio. Em zonas rurais, a proporção de domicílios com cães é superior à observada em zonas urbanas (65% e 41%, respectivamente)¹⁶¹.

Diversas estimativas populacionais de cães com guardião foram realizadas em municípios brasileiros¹⁶²⁻¹⁶⁴, incluindo o município mais populoso do país, São Paulo^{154,165}.

Comparando-se os dados censitários da população humana do município de São Paulo entre o ano 2000 e 2010, o número de domicílios particulares permanentes ocupados subiu de 2.985.977 para 3.574.286, ou seja, um aumento de 16,5%. Neste mesmo período, a população humana residente subiu de 10.434.252 para 11.253.503, um aumento de, somente, 7,3%, ocasionando a redução do número médio de pessoas por domicílio de 3,49 para 3,15, uma redução de 11%^{166,167}.

Este panorama reflete uma alteração do perfil das famílias, uma vez que: (a) domicílios cujos responsáveis pelas famílias viviam sem cônjuge, com filhos e parentes apresentaram aumento de 47,5%, para responsáveis do sexo masculino e 41%, para o sexo feminino; (b) domicílios habitados por pessoas que viviam sozinhas aumentaram 36,9%, passando de 10,7% do total de domicílios em 2000, para 14,1%, em 2010; (c) as demais categorias de famílias

(casais sem filhos, responsáveis sem cônjuge e com filhos, casais com filhos e parentes, além de pessoas sem parentesco) apresentaram crescimento próximo da média do total de domicílios (16,5%), mantendo as respectivas participações proporcionais nos dois censos; (d) a única categoria de família que apresentou redução (-5,3%) foi a de casal com filhos, que apesar de ser, historicamente, a categoria mais numerosa, passou de 48,3% em 2000, para 38,3% do total de domicílios, em 2010^{166,167} (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Variações demográficas humanas observadas entre os anos 2000 e 2010 no município de São Paulo, Brasil.

Indicador	2000	2010	Variação (%)
População humana	10.434.252	11.253.503	+ 7,3
Domicílios particulares permanentes	2.985.977	3.574.286	+ 16,5
Apartamentos	751.410	1.009.636	+ 25,6
Casas	2.193.856	2.521.627	+ 13,0
Pessoas / domicílio	3,49	3,15	- 10,7
Domicílios com responsáveis sem cônjuge com filhos	121.580	208.591	+ 71,6
Domicílios com pessoa sozinha	318.080	503.971	+ 36,9
Domicílios com casal e filhos	1.443.059	1.370.253	- 5,3
Domicílios das demais categorias	160.746	210.632	+ 23,7

Fonte: Censos populacionais humanos de 2000 e 2010 (IBGE).

Quanto ao número de moradores por domicílio, observou-se que aqueles com até quatro moradores apresentaram crescimento superior à média de crescimento do total de domicílios da cidade (> 16,5%), porém os domicílios com mais de quatro moradores apresentaram redução da sua participação proporcional, em consonância com o perfil das famílias traçado anteriormente. Os domicílios habitados por somente um morador apresentaram o maior aumento absoluto na comparação 2000-2010, de 36,9%^{166,167}.

Quanto à tipologia dos domicílios, observa-se uma tendência de inversão entre casas e apartamentos, quanto às suas participações proporcionais no total de domicílios do município. Os apartamentos apresentaram maior aumento no período 2000-2010, segundo o IBGE, passando de 751.410 (25,2% do total de domicílios) para 1.009.636 (28,3%), exibindo um aumento de 25,6%, em termos absolutos, no período. Por outro lado, as casas passaram de 2.193.856 (73,47% do total de domicílios) para 2.521.627 (70,55%) no período, exibindo um crescimento absoluto de, somente, 13%, abaixo do crescimento médio do total de domicílios do município. Domicílios impróprios (cortiços, favelas, cômodos) mantiveram sua participação proporcional no período^{166,167}.

A população canina (com guardião) do município de São Paulo foi estimada em 2.391.097 no ano de 2009¹⁶⁵. Em domicílios residenciais, a população canina foi estimada em 2.300.662 (96,2%).

Dos domicílios residenciais amostrados, 89,4% (IC95% = 88,8-90%) do total, 20,6% (IC95% = 19,9-21,3%) eram apartamentos e 79,4% (IC95% = 78,7-80,1%) eram casas¹⁶⁵, proporções semelhantes às observadas no censo populacional humano de 2010¹⁶⁶.

Um total de 50,1% (IC95% = 49,2-51) dos domicílios do município de São Paulo tinham, ao menos, um cão. Nesses domicílios, o número médio de cães

era 1,6 (IC95% = 1,57-1,63). Observou-se correlação positiva entre o número de moradores e o número médio de cães ($r^2 = 69,1\%$), ou seja, quanto maior o número de moradores dos domicílios, maior o número médio de cães. Por outro lado, nos domicílios com número reduzido de moradores, o número de cães é proporcionalmente maior. Por exemplo, os domicílios com um único morador tinham número médio de cães maior que um, ou seja 1,51 (IC95% = 1,37-1,65). O número de moradores do domicílio é, portanto, um modulador da população de cães, nas condições brasileiras.

Do universo dos domicílios com cães, 65% (IC 95% 33,2%-66,8%) tinham somente um cão, 21,8% (IC 95% 20,4%-23%), dois cães e 13,2%, mais de dois cães.

Um outro modulador da população de cães é a tipologia do domicílio. O número médio de cães em apartamentos é significativamente menor que os demais tipos de domicílio, ou seja, 1,2 (IC 95% 1,13-1,26), seguido pelo número médio de cães em casas sem quintal, 1,38 (IC 95% 1,27-1,49), e casas com quintal, 1,66 (IC 95% 1,63-1,7).

A redução da disponibilidade de espaço domiciliar e a reorganização das famílias têm se traduzido no aumento do número de apartamentos no município de São Paulo. Considerando que o número médio de cães vivendo em apartamentos seja superior a um e que a tendência de crescimento do número de moradores de áreas urbanas em apartamentos se mantenha, o número de cães em zonas urbanas tende a subir drasticamente. Neste cenário, um bom preditor da evolução da população de cães seja a evolução das tipologias de domicílios.

3 Controle populacional e de zoonoses

3.1 Cães e zoonoses

Zoonoses são doenças naturalmente transmissíveis entre humanos e animais¹⁶⁸. Dos 1.415 patógenos conhecidos para humanos (538 bactérias e rickettsias, 307 fungos, 287 helmintos, 217 vírus e príons e 66 protozoários), 868 (61,6%) têm origem animal. Comparando-se a lista de doenças zoonóticas cujos hospedeiros incluem animais domésticos, pode-se observar uma correlação positiva com o tempo de domesticação¹⁶⁹. Os carnívoros domésticos são o grupo com o maior número de zoonoses (374 doenças), seguidos pelos ungulados (315 doenças) e roedores (180 doenças). Dos 374 patógenos conhecidos para carnívoros domésticos (incluindo o cão), 344 (92%) também acometem o homem¹⁷⁰.

Apesar da importância do cão na transmissão de zoonoses ao homem, excetuando-se a raiva, as demais doenças são negligenciadas pelos serviços de saúde humana e animal¹⁵³.

Um número limitado de zoonoses bacterianas é transmitida entre cães e humanos, sendo consideradas incomuns. Entretanto, algumas delas possuem importância em saúde pública e são disseminadas mundialmente, como a *Rickettsia rickettsia*, *Leptospira* spp., e *Ehrlichia* spp. e a *Yersinia pestis*. Geralmente crianças são mais expostas a estas doenças, devido ao contato íntimo com os cães, por apresentarem o hábito de colocarem objetos na boca ou por ingerirem itens não alimentares. A transmissão ocorre principalmente através de mordedura, contato fecal-oral ou através vetores. Países em desenvolvimento apresentam condições que favorecem a emergência ou re-emergência de algumas destas doenças¹⁷¹ (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Zoonoses causadas por bactérias associadas aos cães domésticos. Adaptado de Chomel BB, Arzt JJ. Dogs and bacterial zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	F, Le, Mi, An, Cl	F, Le, Mi	Vetor (carrapato)	Baixo
<i>Bartonella</i> spp.	Comensal oral?	L	Mordedura	Baixo
<i>Bordetella bronchiseptica</i>	A	P	Aérea	Baixo
<i>Borrelia</i> spp.	F, Le, Cl, Ina	F, Le, Cl, Ina, ErM, PF, M, PN, AC	Vetor (carrapato)	Médio
<i>Brucella canis</i>	A, L, F, Abo, I	F, Es, Mi, An, S	Aérea, ingestão (material de aborto), venérea	Baixo
<i>Campylobacter jejuni</i>	A, DM, DS	F, En, DS, DS*, C*, Na*, V*	Fecal-oral	Médio
<i>Capnocytophaga canimorsus</i>	Comensal oral	G, S, M, E	Mordedura	Baixo
<i>Coxiella burnetii</i>	Abo?	F, T	Fezes de carrapatos	Baixo
<i>Ehrlichia</i> spp.	F, Le, An	F, Mi, An, EC, Ane, HT	Vetor (carrapato)	Médio
<i>Helicobacter</i> spp.	D, V, Ga	UP, N	Fecal-oral	Baixo
<i>Leptospira</i> spp.	A, S, Ane, V, DS, F, Ic, Ne, CH	He, CH, Mi, Co, Na, V, Ne	Contato direto	Médio
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	PP, F, T	T, V	Aérea, urina, saliva, lesões cutâneas	Baixo
<i>Mycobacterium bovis</i>	P, L	T	Fecal-oral?	Baixo
<i>Pasteurella</i> spp.	Comensal oral	Ab, AS, OM, E, P, M	Mordedura	?
<i>Rickettsia rickettsia</i>	F, An, V, D, Le, Co, T, L, Mi, Ane	F, Mi, Ma, ECe, CP	Vetor (carrapato)	Elevado (emergente)
<i>Rickettsia conorii</i>	?	L, Mi, EC, Ma,	Vetor (carrapato)	Baixo
<i>Salmonella</i> spp.	A, D, F, V, An	Ge, FV, DM	Fecal-oral	Baixo
<i>Yersinia enterocolitica</i>	F, D, V, Fa	A, F, DM, LC, AS, S	Fecal-oral	Baixo
<i>Yersinia pestis</i>	F, Le, L	F, Mi, L, Na, V	Vetor (pulga), aérea	Médio

A - Assintomático; Ab - Abscesso; Abo - Aborto; An - Anorexia; Ane - Anemia; AC - Artrite crônica; AS - Artrite séptica; C - Cólica; Cl - Claudicação; Co - Conjuntivite; CH - Crise hemolítica; CP - Coagulopatia; D - Diarréia; DM - Diarréia mucóide; DS - Diarréia

sanguinolenta; E - Endocardite; En - Enterite; Es - Eplenomegalia; EC - Erupção Cutânea; ErM - Eritema migrans; ECe - Edema cerebral; F - Febre; Fa - Faringite; G - Gangrena; Ga - Gastrite; Ge - Gastroenterite; He - Hepatite; HT - Hipertensão; Ic - Icterícia; In - Infertilidade; Ina - Inapetência; L - Linfadenopatia; Le - Letargia; LC - Lesões cutâneas; M - Meningite; Ma - Máculas; Mi - Mialgia; N - Neoplasia; Na - Náusea; Ne - Nefrite; OM - Osteomielite; P - Pneumonia; PPe - Perda de peso; PF - Paralisia facial; PN - Poliradiculoneurite; PP - Pleuropneumonia; S - Septicemia; T - Tosse; UP - Úlcera péptica; V - Vômito.

*Pacientes imunossuprimidos.

Algumas bactérias, tais quais *Bacillus anthracis*, *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* (cães podem dispersar a bactéria em ambientes rurais), *Chlamidia psittaci*, *Corynebacterium ulcerans*, *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, *Streptococcus pyogenes* e *Streptococcus equi zooepidemicus* têm potencial zoonótico e podem ocasionalmente acometer humanos¹⁷¹.

Protozoários são organismos unicelulares eucariotos que geralmente apresentam ciclos de vida complexos. A maioria dos protozoários que afetam os cães não são hospedeiro-específicos e infectam uma gama de espécies de mamíferos. Apesar da grande diversidade de protozoários causadores de zoonoses, a maioria não causa doença clínica. As exceções são a *Leishmania* spp., *Trypanossoma cruzi* e *Giardia intestinalis*, que apresentam potencial zoonótico mais elevado, causando problemas de saúde pública local e globalmente¹⁷² (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Zoonoses causadas por protozoários associados aos cães domésticos. Adaptado de Snowden KF, Budke CM. Dogs and protozoan zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Balantidium coli</i>	A, DS	D	Fecal-oral	Baixo
<i>Blastocystis hominis</i>	A	A, D	?	Baixo
<i>Cryptosporidium spp.</i>	A, D	D, Na, V	Fecal-oral	Baixo
<i>Cyclospora caytanensis</i>	A	D, Na, F, Fa	Fecal-oral	Baixo
<i>Encephalitozoon cuniculi</i>	A, E, Ne		Fecal-oral	Baixo
<i>Entamoeba histolytica</i>	A, Col	D	Fecal-oral	Baixo
<i>Giardia intestinalis</i> (sin. <i>G. duodenalis</i> e <i>G. lamblia</i>)	A, D, C, An, Na, V	A, D, C, An, Na, V	Fecal-oral	Médio
<i>Leishmania spp.</i>	Cutânea: EC, Alo, De Visceral: A, L, PPe, B, Co, U	Cutânea: EC Visceral: F, EM, HM, Ane	Vetor (mosquito)	Elevado (emergente)
<i>Pentatrichomonas hominis</i>	A	A	Fecal-oral	Baixo
<i>Trypanosoma cruzi</i>	A, F, L, CD, MCa	A, F, L, CD, ME, MCo	Vetor (triatomíneo)	Elevado (Américas)

A - Assintomático; An - Anorexia; Alo - Alopecia; Ane - Anemia; B - Blefarite; C - Cólica; Co - Conjuntivite; Col - Colite; CD - Cardiomiopatia dilatativa; D - Diarréia; De - Dermatite; DS - Diarréia sanguinolenta; E - Encefalite; EC - Erupção cutânea; EM - Esplenomegalia; Fa - Fadiga; F - Febre; HM - Hesplenomegalia; L - Linfadenopatia; ME - Megaesôfago; MCa - Miocardite; MCo - Megacólon; Na - Náusea; Ne - Nefrite; PPe - Perda de peso; U - Uveíte; V - Vômito.

Os trematóides são endoparasitos com um ciclo de vida indireto, obrigatoriamente envolvendo um caracol como primeiro hospedeiro intermediário, onde realizam reprodução assexuada. A maioria dos trematóides que parasitam cães e humanos utilizam um segundo hospedeiro intermediário, como peixes e crustáceos. A infecção por todos os trematóides, excetuando-se os esquistossomas, é devida a hábitos alimentares. Cães não são importantes reservatórios para a maioria destes parasitos (como são os

gatos), pois raramente ingerem os hospedeiros intermediários¹⁷³ (Tabela 2.5). Existem mais de 60 espécies de trematóides identificados tanto em cães quanto em humanos, porém para muitos deles, os cães são somente hospedeiros ocasionais, sem importância como reservatórios para humanos.

Tabela 2.5 - Zoonoses causadas por trematóides associados aos cães domésticos. Adaptado de Gabrielli AF. Dogs and trematode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Alaria americana</i> e <i>Alaria marcianae</i>	A, T	HP	Ingestão de répteis e anfíbios	Baixo
<i>Alaria alata</i>	A	A	Ingestão de carne de javali	Baixo
<i>Clonorchis sinensis</i> e <i>Opisthorchis viverrini</i>	A?	A, D, F, HM, EM, FH, Ic, Asc, CoC	Consumo de peixes crus de água doce	Baixo
<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	?	DFH	Consumo de formigas	Baixo
<i>Echinostoma ilocanum</i>	D, Na, C	D, Na, C	Consumo de caracol	Baixo
<i>Fasciolopsis buski</i>	A, DM	An, Na, EF	Consumo de bambu e plantas aquáticas	Baixo
<i>Heterophyles heterophyles</i> e <i>Metagonimus yokogawai</i>	A, D, Na	A, D, Na	Consumo de peixes crus de água doce ou salobra	Baixo
<i>Nanophyetus salmincola</i>	A*	D, PPe, Na, V, Fa, An, F	Consumo de salmão cru	Baixo
<i>Opisthorchis felineus</i>	A?	A, D, F, HM, EM, FH, Ic, Asc	Consumo de peixes crus de água doce	Baixo
<i>Paragonimus</i> spp.	A, T, Di, PT	F, T, Di, PT, AbC	Consumo de crustáceos crus	Médio (Sudoeste Asiático)
<i>Phaneropsolus</i> spp.	?	?	Consumo de insetos?	Baixo
<i>Plagiorchis</i> spp.	?	?	Consumo de peixes crus de água doce	Baixo
<i>Schistosoma japonicum</i>	FP, Fa, PPe, An, V, D	FP, FH, DS	Percutânea	Médio (Ásia)
<i>Schistosoma mekongi</i>	FP, Fa, PPe, An, V, D	FP, FH, DS	Percutânea	Baixo

A - Assintomático; AbC - Abscesso cerebral; An - Anorexia; Asc - Ascite; C - Cólica; CoC - Colangeocarcinoma; D - Diarréia; Di - Dispneia; DFH - Distúrbio de função hepática; DM - Diarréia mucóide; DS - Diarréia sanguinolenta; EF - Edema facial; EM - Esplenomegalia; F - Febre; Fa - Fadiga; FH - Fibrose hepática; FP - Fibrose pulmonar; HM -

Hesplenomegalia; HP - Hemorragia pulmonar; Ic - Icterícia; L - Linfadenopatia; Le - Letargia; Na - Náusea; PPe - Perda de peso; PT - Pneumotórax; T - Tosse; V - Vômito.

*Se associado à rickettsia *Neorickettsia helminthoeca*, da qual o *Nanophyetus salmincola* é vetor, causa a intoxicação por salmão, levando a febre, anorexia, vômito e linfadenopatia. Pode causar alta mortalidade em humanos.

Cestóides são conhecidos como vermes chatos ou plantelmintos. Possuem ciclos de vida variados, porém a maioria vive nos intestinos dos seus hospedeiros definitivos. A infecção geralmente se dá pela ingestão dos ovos. O comportamento humano tem importância vital na perpetuação de infecção de cestóides em cães e, por consequência a sua importância zoonótica¹⁷⁴ (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Zoonoses causadas por cestóides associados aos cães domésticos. Adaptado de MacPherson CNL, Torgerson PR. Dogs and cestode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Diphyllobothrium latum</i>	A?	A, Ane	Consumo de peixes crus de água doce	Baixo
<i>Dipylidium caninum</i>	A, D	A	Ingestão de pulgas	Baixo
<i>Echinococcus granulosus sensu stricto</i>	A, D, En	A, CO, An, PPe, Fa	Fecal-oral	Médio
<i>Echinococcus multilocularis</i>	A, D, En	A, EM, Asc, Ic	Fecal-oral	Baixo
<i>Echinococcus vogeli</i>	A, D, En	A, EM, PPe, Ic, Ane	Fecal-oral	Baixo
<i>Mesocestoides lineatus</i>	A, Pe, Asc, An, V, D	A	Consumo de vísceras e sangue crus	Baixo
<i>Spirometra</i> spp.	A	EPO	Consumo de carne crua de anfíbios, serpentes, pássaros ou porcos	Baixo
<i>Taenia brauni</i> e <i>Taenia serialis</i>	A	A, Ce	Consumo de carne crua	Baixo
<i>Taenia multiceps</i> (sin. <i>Multiceps multiceps</i>)	Teníase: A Cisticercose: A, Pa	Teníase: A, An, PPe Cisticercose: A, Con	Teníase: Consumo de carne crua Cisticercose: Fecal-oral	Baixo

A - Assintomático; An - Anorexia; Ane - Anemia; Asc - Ascite; Fa - Fadiga; Ce - Cegueira; Con - Convulsão; CO - Compressão dos órgãos; D - Diarréia; En - Enterite; EM - Esplenomegalia; EPO - Edema peri-orbital; Ic - Icterícia; Pa - Paraplegia; Pe - Peritonite; PPe - Perda de peso; V - Vômito.

Nematóides são conhecidos como vermes redondos, sendo o *Toxocara canis* o que atrai a maior atenção dos serviços de saúde, sendo a razão principal das desvaminações de cães em áreas temperadas não endêmicas para a *Dirofilaria immitis*. Onde este último representa um risco à saúde

canina e medidas de controle envolvendo a desverminação ocorram, é esperado que a prevalência do *T. canis* seja reduzida (Tabela 2.7). Outros nematóides infectam tanto cães quanto humanos, mas a transmissão zoonótica é rara. Estes incluem vermes nasais e respiratórios do gênero *Capillaria* e *Eucoleus*, um verme renal *Diocotophyma renale*, e o verme da Guinéa *Dracunculus melitensis*¹⁷⁵.

Tabela 2.7 - Zoonoses causadas por nematóides associados aos cães domésticos. Adaptado de Morgan ER. Dogs and cestode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Ancylostoma</i> spp.	Cl, Ane, DS	En, Er	Percutânea	Baixo
<i>Dirofilaria immitis</i>	CC	A	Vetor (mosquito)	Baixo
<i>Dirofilaria repens</i>	A	Er	Vetor (mosquito)	Baixo
<i>Gnathostoma spinigerum</i>	A, V, PD	Er, EC	Consumo de peixes de água doce, anfíbios, répteis e frango crus	Baixo
<i>Strongyloides stercoralis</i>	D, PPe	D, PPe	Percutânea	Baixo
<i>Thelazia californiensis</i> e <i>T. callipaeda</i>	BE	Co	Vetor (mosquito)	Baixo
<i>Toxocara canis</i>	A, PPe, Fa, Asc, D	A, F, T, Ce, As, Ep	Fecal-oral	Médio

A - Assintomático; As - Asma; Ane - Anemia; Asc - Ascite; BE - Blefarospasmo; Ce - Cegueira; Cl - Claudicação; Co - Conjuntivite; CC - Congestão cardíaca; D - Diarréia; DS - Diarréia sanguinolenta; En - Enterite; Er - Eritema; Ep - Epilepsia; EC - Erupção cutânea; F - Febre; Fa - Fadiga; PD - Polidipsia; PPe - Perda de peso; T - Tosse; V - Vômito.

O contato íntimo decorrente do compartilhamento do ambiente doméstico entre humanos e seus cães de estimação pode levar à infestação por ectoparasitos, que de forma geral não possuem especificidade por hospedeiro¹⁷⁶. A coevolução destes ectoparasitos remonta a origem dos carnívoros. As pulgas, por exemplo, provavelmente se originaram na América do Norte, contemporaneamente aos carnívoros⁸⁸ (Tabela 2.8).

Tabela 2.8 - Zoonoses causadas por ectoparasitos associados aos cães domésticos. Adaptado de Halliwell REW. Dogs and ectoparasitic zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

Organismo	Sinais clínicos no cão	Sinais clínicos no homem	Via de transmissão	Potencial zoonótico
<i>Cheyletiella</i> spp.	Ur	Ur, EC, Er	Contato direto ou indireto	Baixo
<i>Ctenocephalides felis</i>	De, Er, Alo, Ane	Ur	Cohabitação	Elevado*
<i>Otodectes cynotis</i>	A, O	O?	Contato direto	Baixo
<i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>canis</i>	Alo, EC, Hq	Ur	Cohabitação ou contato indireto	Médio

Alo - Alopecia; Ane - Anemia; De - Dermatite; Er - Eritema; EC - Erupção cutânea; Hq - Hiperqueratose; O - Otite; Ur - Urticária.

**Ctenocephalides felis* pode transmitir *Dipylidium caninum*, *Rickettsia typhi*, *Yersinia pestis* e *Bartonella henselae* para humanos.

A raiva é uma encefalite (ou meningoencefalite) aguda causada por vírus do gênero *Lyssavirus*. Atualmente existem 14 espécies reconhecidas e propostas neste gênero, sendo o vírus da raiva (RABV) o único que tem como hospedeiro primário animais da ordem Carnivora, além da Chiroptera^{177,178}. A caracterização antigênica do RABV realizada através de

um painel de anticorpos monoclonais desenvolvido pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDC) para os vírus circulantes nas Américas identificou 11 variantes antigênicas (AgV). As variantes 1 e 2 têm como hospedeiro primário o cão e canídeos silvestres¹⁷⁷. A doença é considerada 100% letal após o aparecimento dos sinais clínicos, mesmo tendo havido poucos casos de recuperação de humanos tratados com drogas antivirais¹⁷⁸.

O RABV pode ser transmitido de cães para humanos através da mordedura. Estima-se que a raiva canina cause a morte de 59.000 humanos anualmente, principalmente na Ásia e na África. O número de mortes causadas pela raiva canina nas Américas é marginal¹⁷⁹, devido principalmente a campanhas massais de vacinação de cães. Além das mortes causadas pela infecção, estima-se que a raiva canina cause 3,7 milhões de anos de vida ajustados por incapacidade (DALYs) e US\$ 8,6 bilhões de perdas econômicas, anualmente. As perdas econômicas são devidas à morte prematura, custos diretos relacionados ao tratamento pós-exposição em humanos, custos indiretos por conta do tratamento pós-exposição, vacinação de cães e custos diretos com reposição animais de produção expostos¹⁷⁹.

O período de incubação da raiva em cães pode variar de 10 dias a meses. No início da manifestação clínica da doença, sinais inespecíficos tais quais anorexia, febre, disfagia e alterações comportamentais (desde letargia até inquietação) podem ser observadas. Ainda nesta fase, estímulos como sons altos e repentinos, luz ou toque podem assustar o animal. Com a progressão do quadro clínico, os sinais tornam-se mais pronunciados: agressão a objetos

inanimados ou outros animais (incluindo humanos), auto-mutilação, salivação profusa (pela inabilidade de deglutir), tremores, ataxia, paresia e convulsões podem ocorrer. Os cães tornam-se desidratados e anoréxicos e, conseqüentemente, perdem peso rapidamente. A morte é consequência das alterações respiratórias, termorregulação, pressão sanguínea ou arritmia cardíaca¹⁷⁷.

A eliminação do vírus na saliva ocorre em um período de 10 dias antes do início do aparecimento dos sinais clínicos. Por este motivo, um cão suspeito que tenha agredido um humano deve ser submetido a um período de observação de 10 dias, preferencialmente sob supervisão veterinária. Caso o animal apresente sinais clínicos, o paciente exposto deve iniciar um protocolo de tratamento pós-exposição sob supervisão médica^{177,178}.

3.2 Controle populacional

O Código Civil Brasileiro (Lei Federal 10.406, de 10 janeiro de 2003) define animais como objeto, portanto passíveis de apropriação a título oneroso ou gratuito. Todos os animais, sejam eles domésticos ou silvestres, são tutelados pelo Estado, sendo incumbência do poder público zelar e protegê-los (Constituição da República Federativa do Brasil, artigo 225, parágrafo 1º, inciso VII). Por serem passíveis de aquisição, os animais domésticos e domesticados necessitam de um título que legitime a propriedade. Posse advém da apreensão do objeto¹⁸⁰.

Animais abandonados ou que não tenham quem os reclame são objetos de posse, que se converte em domínio com a emissão de uma licença ou registro pelo poder público. Animais cujo domínio seja transferido por contrato ou título oneroso são propriedade e adquirem o status de bem, pois a eles foi atribuído valor econômico. Possui a guarda de um animal aquele que o mantém sob vigilância, defendendo, protegendo ou preservando-o. Da guarda advém uma série de obrigações e responsabilidades de zelo e manutenção apropriada¹⁸⁰.

O controle de populações caninas possui, portanto, uma esfera de atuação pública e uma privada. As ações realizadas pelo poder público têm como objeto os cães sem supervisão, localizados em espaços públicos, envolvendo sua captura e destinação. Algumas dessas medidas que visem a diminuição da população de cães errantes em espaços públicos, são aplicadas na forma de medidas educativas ou aplicação da legislação, com objetivo de reduzir o abandono ou promover o controle reprodutivo de animais com supervisão. Em última instância, estas medidas evitariam o excedente populacional que poderia ser eventualmente abandonado. No Brasil, o abandono de animais de companhia é considerado crime federal pela Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

Algumas medidas inespecíficas que visem a redução da capacidade de suporte do ambiente, como aumento da frequência de recolhimento do lixo, redução do acesso a edificações abandonadas e terrenos baldios pelos cães também podem ser empregadas com esse propósito.

Os métodos de controle reprodutivo disponíveis são (a) cirúrgicos, que induzem à esterilidade permanente, com remoção parcial (ovariectomia e vasectomia) ou total (ovario-salpingo-histerectomia e orquiectomia) de órgãos do aparelho reprodutivo, (b) farmacológicos, que induzem à inibição de secreção de hormônios gonadotróficos, previnem o desenvolvimento embrionário, interferem na atividade cíclica da fêmea e à perda embrionária ou fetal e (c) imunológicos, causando imunização contra proteínas ou hormônios reprodutivos¹⁸⁰. Os métodos mais utilizados são os cirúrgicos, principalmente com a utilização de técnicas menos invasivas e cruentas, apropriados para a aplicação em campanhas de esterilização em massa.

Modelos matemáticos foram construídos para simular os impactos de estratégias de esterilização de cães no controle populacional, comparando-as com as estratégias de eutanásia^{181,182}. De forma geral, estes modelos mostram que em períodos de tempo curtos após a implantação de programas de esterilização, a eficiência da esterilização é menos eficiente que a da eutanásia na redução da densidade de animais errantes, considerando taxas similares. Em períodos de tempo maiores, ambas as estratégias teriam eficiência similar. Considerando-se uma taxa de abandono, mesmo que baixa, ambas as estratégias seriam ineficientes.

Atualmente, cinco Estados Brasileiros proíbem a eutanásia de animais sadios pelo poder executivo: Mato Grosso do Sul (Lei 2.990, de 10 de maio de 2005), Rio de Janeiro (Lei 4.808, de 04 de julho de 2006), São Paulo (Lei 12.916, de 16 de abril de 2008), Rio Grande do Sul (Lei 13.193, de 30 de junho de 2009), Pernambuco (Lei 14.139, de 31 de agosto de 2010), além de diversos

municípios brasileiros. A esterilização de animais é atualmente a única estratégia disponível para controle de populações nestes locais.

Para que seja possível utilizar estes modelos para simular a eficiência de programas de esterilização, estudos prévios são necessários para que sejam determinados parâmetros: taxa de nascimento, taxa de mortalidade, razão entre gêneros, taxa de abandono, taxa de imigração, taxa de adoção e uma estimativa da capacidade de suporte do ambiente. De posse dos parâmetros, as simulações podem ser feitas em programas de computador, como por exemplo o pacote *capm* para a linguagem de programação R¹⁸³.

Em uma área do município de Campinas (SP), foram comparadas a eficiência e a performance econômica de diferentes cenários de esterilização com relação à estratégia mais usual de controle populacional, na forma de campanhas pontuais de esterilização, através de simulações realizadas no *capm*, utilizando parâmetros vitais levantados entre fevereiro de 2012 e junho de 2013¹⁸⁴. O impacto no tamanho da população de cães atingido por uma campanha de esterilização pontual é diluído ao longo dos anos, igualando-se à eficiência das baixas taxas de esterilização praticadas anteriormente. Além disso, os parâmetros que mais influenciam a evolução da população canina foram a capacidade de suporte e a taxa de esterilização praticada, através de análise de sensibilidade local. Mesmo esterilizando 100% dos animais intactos, não se obtém proporções superiores a 90% de esterilizados depois de 20 anos de programa, devido às elevadas taxas de imigração de animais intactos. Campanhas de esterilização massa efetuadas anualmente apresentam a melhor custo-efetividade após 20 anos de programa, comparadas a esterilizações anuais de 50% e 100% da população de animais intactos.

A utilização da esterilização como única ferramenta de controle reprodutivo pode ser pouco eficiente, além de poder apresentar baixa

performance econômica. Deve-se priorizar a conscientização de guardiões potenciais e atuais sobre a responsabilidade decorrente da posse destes animais através de medidas educativas e punitivas mais eficientes. Uma ferramenta negligenciada para este fim, apesar de prevista em lei, é a identificação permanente de animais e a criação de um sistema de informação que permita associar cada animal ao seu guardião.

3.3 Controle da raiva canina

No Brasil, o sistema de vigilância da circulação do RABV é feito tanto pelo Ministério da Saúde (MS), com alvo nas populações de animais de companhia, quanto pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com alvo nos animais de produção.

O sistema de vigilância da do MS é baseado (a) no monitoramento da ocorrência da doença em animais domésticos e silvestres e (b) na pesquisa do RABV em uma amostra composta por 0,2% da população canina estimada, proveniente de animais mortos ou eutanasiados em abrigos municipais, apresentado sinais nervosos^{185,186}.

No caso do município de Campinas (SP), a meta de envio de material biológico de 0,2% da população canina estimada para diagnóstico da raiva não tem sido atingida¹⁸⁷. Entretanto, este município envia somente amostras de animais que tenham desenvolvido sintomatologia nervosa atropelados em vias públicas e animais agressores que tenham morrido durante o período de 10 dias de observação¹⁸⁷. De acordo com o desenho de amostras para detecção de doenças para populações infinitas, ou seja, maiores que 1.000 indivíduos¹⁸⁸, as 124 amostras enviadas para laboratório provenientes de uma região do município¹⁸⁷ seriam suficientes para detectar a raiva se a doença estivesse presente em 2,4% da população canina, ou seja, se já houvessem 1.486 animais infectados. Uma epidemia já teria que estar em curso para que esta amostra tivesse poder suficiente para detectá-la. A despeito da existência ou não de estimativas populacionais de cães, é evidente que o sistema de vigilância baseado na meta de envio de amostras de 0,2% da população estimada é ineficaz na detecção precoce do RABV. As amostras destinadas à vigilância do RABV deveriam ser compostas exclusivamente de animais sob risco.

Por outro lado, o controle da doença é baseado (a) na vacinação massal de, ao menos, 80% da população canina e felina, anualmente, (b) observação clínica de cães e gatos que tenham agredido humanos durante 10 dias após o ataque, (c) profilaxia de pós-exposição para vítimas de agressão e (d), na presença de casos animais suspeitos, a realização de uma vacinação de emergência de todos os cães e gatos não vacinados em um raio de 5 km^{185,186}.

Embora a recomendação oficial do MS seja a vacinação de 80% da população canina e felina^{139,186}, uma proporção crítica de 39-57% de vacinados é suficiente para prevenir a transmissão da variante antigênica 1 (AgV1) do RABV¹⁸⁹. No município de Araçatuba (SP), coberturas vacinais de inferiores a este limite crítico não foram suficientes para prevenir uma epidemia de raiva, em 1993¹⁶². Outros autores afirmam que 60% de cobertura vacinal seriam suficientes para, teoricamente, erradicar a doença¹⁹⁰. É surpreendente que estas recomendações oficiais sejam derivadas de dados empíricos de informes de números de cães vacinados contra a raiva no Estado de Nova York, nos Estados Unidos, no ano de 1947¹⁹¹.

Mesmo não sendo necessário atingir 80% de cobertura vacinal da população canina e felina anualmente em campanhas de vacinação, é necessário otimizar a alocação dos pontos de vacinação no território¹⁹². Além disso, é necessária a construção de estimadores confiáveis da população, para que se possa determinar com exatidão a cobertura vacinal proporcionada pela estratégia de controle.

Em 2010, houve a troca da vacina Fuenzalida-Palacios pela vacina elaborada em cultivo celular BHK, nacionalmente. Na segunda semana após o início da campanha desse ano, foi observada uma elevada incidência de efeitos adversos à vacina e a campanha foi suspensa no Estado de São Paulo¹⁹³. No ano de 2011, a raiva foi reintroduzida no município de São Paulo, em um gato, infectado pela variante antigênica 3 (AgV3), associada a

morcegos hematófagos. A raiva animal havia sido erradicada no município de São Paulo em 1983.

Em 2012 a campanha foi retomada, com um número de doses inferior à demanda do Estado de São Paulo. Este cenário permaneceu desta forma até o ano de 2014 e, em 2015, não houve realização da campanha de vacinação contra a raiva. A não realização de campanhas de vacinação contra a raiva visando a prevenção das variantes antigênicas 1 e 2 do RABV tornaria a população canina e felina susceptíveis a reintroduções por outras variantes antigênicas, em especial as variantes associadas a morcegos, no Brasil.

Em uma área do município de Campinas (SP), 5,9% dos morcegos insetívoros e frugívoros que contactaram 6% da população de cães eram positivos para raiva. A probabilidade de contato infeccioso entre cães e morcegos foi de 5,98 por 10.000 contatos, na área onde foi realizada um bloqueio vacinal emergencial. A proporção de cães vacinados contra a raiva nesta área havia sido 23,4% após a campanha de vacinação de 2009, tendo subido para cerca de 60% com a implementação da vacinação emergencial¹⁸⁷. Com o exposto, fica evidente que a não realização de campanhas de vacinação contra a raiva tornará as populações de cães e gatos susceptíveis à infecção do RABV provenientes de morcegos.

Referências bibliográficas

1. Goswami A. Introduction to carnivora. In: Goswami A, Friscia A (eds.), 2010. *Carnivoran evolution: new views of phylogeny, form and function*. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Gingerich PD, 1983. Systematics of Early Eocene Miacidae (Mammalia, Carnivora) in the Clark's Fork Basin, Wyoming. *Contrib Mus Paleontol*, 26: 187–225.
3. Flynn JJ, Finarelli JA, Spaulding M. Phylogeny of the Carnivora and Carnivoramorpha, and the use of the fossil record to enhance understanding of evolutionary transformations. In: Goswami A, Friscia A (eds.), 2010. *Carnivoran evolution: new views on phylogeny, form, and function*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 25–63.
4. Smith T, Smith R, 2010. A new 'miacid' carnivore from the Early Eocene of Europe and North America. *Acta Palaeontol Pol*, 55: 761–764.
5. Eizirik E, Murphy WJ, Koepfli KP, Johnson WE, Dragoo JW, Wayne RK, O'Brien SJ, 2010. Pattern and timing of diversification of the mammalian order Carnivora inferred from multiple nuclear gene sequences. *Mol Phylogenet Evol*, 56: 49–63.
6. Wang X, 1994. Phylogenetic systematics of the Hesperocyoninae (Carnivora, Canidae). *B Am Mus Nat Hist*, 221: 1-207.
7. Wang X, Tedford RH, Taylor BE, 1999. Phylogenetic systematics of the Borophaginae (Carnivora, Canidae). *B Am Mus Nat Hist*, 243: 1-391.
8. Jensen P (ed.), 2007. *The behavioural biology of dogs*. Wallingford: CABI International.

9. Tedford RH, Wang X, Taylor BE, 2009. Phylogenetic Systematics of the North American Fossil Caninae (Carnivora: Canidae). *B Am Mus Nat Hist*, 325: 1-218.
10. Sotnikova M, Rook L, 2010. Dispersal of the Canini (Mammalia, Canidae: Caninae) across Eurasia during the Late Miocene to Early Pleistocene. *Quatern Int*, 212(2): 86–97.
11. Prevosti FJ, 2010. Phylogeny of the large extinct South American Canids (Mammalia, Carnivora, Canidae) using a “total evidence” approach. *Cladistics* 26: 456–481.
12. Sillero-Zubiri C, Hoffmann M, MacDonald DW, 2004. *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. Gland: IUCN.
13. Hunter L, 2011. *Carnivores of the world*. Princeton: Princeton University Press.
14. Lindblad-Toh K, Wade CM, Mikkelsen TS, Karlsson EK, Jaffe DB, Kamal M, Clamp M, Chang JL, Kulbokas EJ, Zody MC, Mauceli E, Xie X, Breen M, Wayne RK, Ostrander EA, Ponting CP, Galibert F, Smith DR, DeJong PJ, Kirkness E, Alvarez P, Biagi T, Brockman W, Butler J, Chin C-W, Cook A, Cuff J, Daly MJ, DeCaprio D, Gnerre S, Grabherr M, Kellis M, Kleber M, Bardeleben C, Goodstadt L, Heger A, Hitte C, Kim L, Koepfli K-P, Parker HG, Pollinger JP, Searle SMJ, Sutter NB, Thomas R, Webber C, Lander E, 2005. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature*, 438: 803-819.

15. Linnaeus C, 1758. *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. 1 (10th ed.). Holmiae (Laurentii Salvii). p. 38.
16. Darwin C, 1868. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray.
17. Wayne R, 1993. Molecular evolution of the dog family. *Trends Genet*, 9(6): 218-224.
18. Wozencraft WC. Order Carnivora. In: Wilson DE, Reeder DM, 1993. *Animal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (2 ed.). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. p. 576.
19. Gonder MK, Mortensen HM, Reed FA, Sousa A, Tishkoff SA, 2007. Whole-mtDNA genome sequence analysis of ancient African lineages. *Mol Biol Evol*, 24(3): 757-768.
20. Shipman P, 2015. *The invaders: how humans and their dogs drove Neanderthals to extinction*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
21. Behar DM, Villemans R, Soodyall H, Blue-Smith J, Pereira L, Metspalu E, Scorazzi R, Makkan H, Tzur S, Comas D, Bertranpetit J, Quintana-Murci L, Tyler-Smith C, Wells RS, Rosset S, Geographic Ocean Consortium, 2008. The dawn of human matrilineal diversity. *Am J Hum Genet*, 82: 1130-1140.
22. Zhong H, Shi H, Qi XB, Xiao CJ, Jin L, Ma RZ, Su B, 2010. Global distribution of Y-chromosome haplogroup C reveals the prehistoric migration routes of African exodus and early settlement in East Asia. *J Hum Gen*, 55: 428-435.

23. Higham T, Compton T, Stringer C, Jacobi R, Shapiro B, Trinkaus E, Chandler B, Gröning F, Collins C, Hillson S, O'Higgins P, FitzGerald C, Fagan M, 2011. The earliest evidence for anatomically modern humans in northwestern Europe. *Nature*, 479(7374): 521-524.
24. Wood RE, Barroso-Ruiz C, Caparrós M, Pardo JFJ, Santos BG, Higham TFG, 2013. Radiocarbon dating casts doubt on the late chronology of the Middle to Upper Palaeolithic transition in southern Iberia. *P Natl Acad Sci USA*, 110(8): 2781-2786.
25. Pinhasi R, Higham TFG, Golovanova LV, Doronochev VB, 2011. Revised age of late Neanderthal occupation and the end of the Middle Paleolithic in the northern Caucasus. *P Natl Acad Sci USA*, 108(21): 8611–8616.
26. Hardin G, 1960. The Competitive Exclusion Principle. *Science*, 131(3409): 1292-1297.
27. Gibbons A, 2010. Close encounters of the prehistoric kind. *Science*, 328(5979): 680-684.
28. Richards MP, Trinkaus E, 2009. Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *P Natl Acad Sci USA*, 106(38): 16034–16039.
29. Bocherens H, Drucker DG. Dietary competition between Neanderthals and modern humans: insights from stable isotopes. In: Conrad NJ (ed.), 2006. *When Neanderthals and modern humans met*. Tübingen: Kerns Verlag.
30. Fabre V, Condemi S, Degioanni A, Herrscher E, 2011. Neanderthals versus modern humans: evidence for resource competition from isotopic modelling. *Int J Evol Biol*, 2011: ID 689315.

31. Bermúdez De Castro JM, Pérez PJ, 1995. Enamel hypoplasia in the Middle Pleistocene hominids from Atapuerca (Spain). *Am J Phys Anthropol*, 96(3): 301-314.
32. Guatelli-Steinberg D, Larsen CS, Hutchinson DL, 2004. Prevalence and the duration of linear enamel hypoplasia: a comparative study of Neandertals and Inuit foragers. *J Hum Evol*, 47(1-2): 65-84.
33. De Fleur A, Dutour O, Valladas H, Vandermeersch B, 1993. Cannibals among the Neanderthals? *Nature*, 362: 214.
34. Conrad N. Changing views of the relationship between Neanderthals and modern humans. In: Conrad NJ (ed.), 2006. *When Neanderthals and modern humans met*. Tübingen: Kerns Verlag.
35. Dalén L, Orlando L, Shapiro B, Durling MB, Quam R, Gilbert MTP, Fernández-Loman JCD, Willerslev E, Arsuaga JL, Götherström A, 2012. Partial genetic turnover in neandertals: continuity in the east and population replacement in the west. *Mol Biol Evol*, 29 (8): 1893-1897.
36. Sorensen MV, Leonard WR, 2001. Neandertal energetics and foraging efficiency. *J Hum Evol*, 40(6): 483-495.
37. Steegmann Jr AT, Cerny FJ, Holliday TW, 2002. Neandertal cold adaptation: physiological and energetic factors. *Am J Hum Biol*, 14(5): 566-583.
38. Holliday TW, 1997. Postcranial evidence of cold adaptation in European Neandertals. *Am J Phys Anthropol*, 104(2): 245-258.

39. Ruusila V, Pesonen M, 2004. Interspecific cooperation in human (*Homo sapiens*) hunting: the benefits of a barking dog (*Canis familiaris*). *Finn Zoo Botanical Board*, 41: 545–549.
40. Fidel SJ, 2005. Man's best friend – mammoth's worst enemy? A speculative essay on the role of dogs in Paleoindian colonization and megafaunal extinction. *World Archaeol*, 37(1): 11-25.
41. Kuhn SL, Stiner MC, 2006. What's a mother to do? The division of labor among Neandertals and modern humans in Eurasia. *Curr Anthropol*, 47(6): 953-980.
42. Wojtal P, Wilczyńska J, Bocheńska ZM, Svoboda JA, 2012. The scene of spectacular feasts: Animal remains from Pavlov I south-east, the Czech Republic. *Quatern Int*, 252: 122-141.
43. Vilà C, Savolainen P, Maldonado JE, Amorim IR, Rice JE, Honeycutt RL, Crandall KA, Lundeberg J, Wayne RK, 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, 276(5319): 1687-1689.
44. Skoglund P, Ersmark E, Palkopoulou E, Dalén L, 2015. Ancient wolf genome reveals an early divergence of domestic dog ancestors and admixture into high-latitude breeds. *Curr Biol*, 25: 1515-1519.
45. Gray MM, Granka JM, Bustamante DC, Sutter NB, Boyko AR, Zhu L, Ostrander EA, Wayne RK, 2009. Linkage disequilibrium and demographic history of wild and domestic canids. *Genetics*, 181: 1493-1505.
46. Axelsson E, Ratnakumar A, Arendt M-L, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnemo JM, Hedhammar A, Lindblad-Toh K, 2013.

- The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to starch-rich diet. *Nature*, 495: 360-364.
47. Wang GD, Zhai W, Yang HC, Fan RX, Cao X, Zhong L, Wang L, Liu F, Wu H, Cheng LG, Po'arkov AD, Poyarkov NA, Tang SS, Zhao WM, Gao Y, Lv XM, Irwin DM, Savolainen P, Wu C,I, Zhang YP, 2013. The genomics of selection in dogs and the parallel evolution between dogs and humans. *Nat Commun*, 4: 1860.
 48. Freedman AH, Gronau I, Schwizwer RM, Orteg-Del Vecchy D, Han E, Silva PM, Galaverni M, Fan Z, Marx P, Lorente-Galdos B, Beale H, Ramirez O, Hormozdiari F, Alkan C, Vilà C, Squire K, Geffen E, Kusak J, Boyko AR, Parker HG, Lee C, Tadigotla V, Siepel A, Bustamante CD, Harkins TT, Nelson SF, Ostrander EA, Marques-Bonet T, Wyne RK, Novembre J, 2014. Genome sequencing highlights the dynamic early story of dogs. *PLoS Genet*, 10: e1004016.
 49. Larson G, Bradley DG, 2014. How much is that in dog years? The advent of canine population genomics. *PLoS Genet*, 10: e1004093.
 50. Shannon LM, Boyko RH, Castelhana M, Corey E, Hayward JJ, McLean C, White ME, Abi Said M, Anita BA, Bondjengo NI, Calero J, Galov A, Hedimbi M, Imam B, Khalap R, Lally D, Masta A, Oliveira KC, Pérez L, Randall J, Tam NM, Trujillo-Cornejo FJ, Valeriano C, Sutter NB, Todhunter RJ, Bustamante CD, Boyko AR, 2015. Genetic structure in village dogs reveals a Central Asian domestication origin. *PNAS*, 112(44): 13639-13644.

51. Germonpré M, Sablin M, Stevens R, Hedges REM, Hofreiter M, Stiller M, Després VR, 2009. Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes, *J Archaeol Sci*, 36(2): 473-490.
52. Ovodov ND, Crockford SJ, Kuzmin YV, Higmam TFG, Hodgins GWL, van der Plitch J, 2011. A 33,000-year-old incipient dog from the Altai Mountains of Siberia: evidence of the earliest domestication disrupted by the Last Glacial Maximum. *PLoS ONE*, 6: e22821.
53. Druzhkova AS, Thalmann O, Trifonov VA, Leonard JA, Vorobieva NV, Ovodov ND, Graphodatsky AS, Wayne RK, 2013. Ancient DNA analysis affirms the canid from Altai as a primitive dog. *PLoS ONE*, 8: e57754.
54. Thalmann O, Shapiro B, Cui P, Schuenemann VJ, Sawyer SK, Greenfield DL, Germonpré MB, Sablin MV, López-Giráldez F, Domingo-Roura X, 2013. Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs. *Science*, 342: 871-874.
55. Germonpré M, Láznicková-Galetová M, Losey RJ, Rääkkönen J, Sablin MV, 2015. Large canids at the Gravettian Predmostí site, the Czech Republic: the mandible. *Cat Int*, 359-360: 261-279.
56. Galibert F, Quignon P, Hitte C, André C, 2011. Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *C R Biol*, 334(3): 190-196.
57. Davis SJM, Valla FR, 1978. Evidence for domestication of the dog 12,000 years ago in the Natufian of Israel. *Nature*, 276: 608-610.
58. Dayan T, 1994. Early domesticated dogs of the Near East. *J Archaeol Sci*, 21: 633-640.

59. Detry C, Cardoso J, 2010. On some remains of dog (*Canis familiaris*) from the Mesolithic shell-middens of Muge, Portugal, *J Archaeol Sci*, 37(11): 2762-2774.
60. Losey R, Bazaliiskii V, Garvie-Lok S, Germonpré M, Leonard JA, Allen AL, Katzenberg MA, Sablin MV, 2011. Canids as persons: early Neolithic dog and wolf burial, Cis-Baikal, Siberia, *J Anthropol Archaeol*, 30(2): 174-189.
61. Pionnier-Captain M, Bemilli C, Bodu P, Célérier G, Ferrié J-G, Fosse P, Garcià M, Vigne J-D, 2011. New evidence for upper Paleolithic small domestic dogs in south-eastern Europe. *J Archaeol Sci*, 38(9): 2123-2140.
62. Germonpré M, Láznicková-Galetová M, Sablin M, 2012. Paleolithic dog skulls at the Gravettian Predmostí site, the Czech Republic, *J Archaeol Sci*, 39: 184-202.
63. Larson G, Karlsson EK, Perri A, Webster MT, Ho SYW, Peters J, Stahl PW, Piper PJ, Lingaas F, Fredholm M, Comstock KE, Modiano JF, Schelling C, Agoulnik AI, Leegwater PA, Dobneyr K, Vigne JV, Vilà C, Andersson L, Lindblad-Toh K, 2012. Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *P Natl Acad Sci USA*, 109(23): 8878–8883.
64. Frantz LAF, Mullin VE, Pionnier-Captain M, Labresseur O, Ollivier M, Perri A, Linderholm A, Mattiangeli V, Teasdale MD, Dimopoulos EA, Tresset A, Duffraisse M, McCornick F, Bartosiewicz L, Gál E, Nyerges EA, Sablin MV, Bréhard S, Mashkour M, Balasescu A, Gillet B, Hughes S,

- Chassaing O, Hitte C, Vigne JD, Dobney K, Bradley DG, Larson G, 2016. Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic dog. *Science*, 352(6290): 1228-1231.
65. Guedes-Milheira R, Loponte DM, Garcia-Esponda C, Acosta A, Ulguim P, 2016. The first record of a Pre-Columbian domestic dog (*Canis lupus familiaris*) in Brazil. *Int J Osteoarchaeol*, DOI: 10.1002/02.2546.
66. Leonard JA, Vilà C, Fox-Dobbs K, Koch PL, Wayne RK, van der Valkenburgh B, 2007. Megafaunal extinctions and the disappearance of a specialized wolf ecomorph. *Curr Biol*, 17: 1146-1150.
67. Pilot M, Branicki W, Jedrzejewski W, Goszczynski J, Jedrzejewska B, Dykyy I, Shkvyrya M, Tsingarska E, 2010. Phylogeographic history of grey wolves in Europe. *BMC Evol Biol*, 10: 104.
68. Leonard JA, Wayne RK, Wheeler J, Valadez R, Guillén S, Vilà C, 2002. Ancient DNA evidence for Old World origin of New World dogs. *Science*, 298: 1613-1616.
69. Witt KE, Judd K, Kitchen A, Grier C, Kohler TA, Ortman SG, Kemp BM, Malhi RS, 2015. DNA analysis of ancient dogs of the Americas: identifying possible founding haplotypes and reconstructing population histories. *J Hum Evol*, 79: 105-118.
70. Diamond J, 1997. *Guns, germs and steel: the fates of human societies*. New York: W W Norton & Co.
71. Oskarsson MCR, Klatsch CFC, Boonyaparakob U, Wilton A, Tanabe Y, Savolainen P, 2011. Mitochondrial DNA data indicate an introduction

- through Mainland Southeast Asia for Australian dingoes and Polynesian domestic dogs. *P Roy Soc Lond B Bio*, 282(1817): 1-8.
72. Fleming P, Corbett L, Harden R, Thomson P, 2001. *Managing the impacts of dingoes and other wild dogs*. Canberra: Bureau of Rural Sciences.
73. Sacks BN, Brown SK, Stephens D, Pedersen NC, Wu JT, Berry), 2013. Y chromosome analysis of dingoes and Southeast Asian village dogs suggests a Neolithic continental expansion from Southeast Asia followed by multiple Austronesian dispersals. *Mol Biol Evol*, 30(5): 1103-1118.
74. Gautier A. The evidence for the earliest livestock in North Africa: or adventures with large bovids, ovicaprids, dogs and pigs. In: Hassan FA (ed.), 2002. *Droughts, food and culture: ecological change and food security in Africa's later prehistory*. New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
75. Boyko AR, Boyko RH, Boyko CM, Parker HG, Castelhana M, Corey L, Degenhardt JD, Auton A, Hedimbi M, Kityo R, Ostrander EA, Schoenebeck J, Todhunter RJ, Jones P, Bustamante CD, 2009. Complex population structure in African village dogs and its implications for inferring dog domestication. *PNAS*, 106(33): 13903-13908.
76. Prates L, Prevosti FJ, Berón M, 2010. First records of prehispanic dogs in Southern South America (Pampa-Patagonia, Argentina). *Curr Anthropol*, 51(2): 273-280.
77. Darwin C, 1859. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.

78. Clutton-Brock J, 1981. *Domesticated animals from early times*. Austin: The University of Texas Press.
79. Raisor MJ, 2005. *Determining the antiquity of dog origins: canine domestication as a model for the consilience of Molecular Genetics and Archaeology*. Oxford: BAR International Series.
80. Feder KL, 2007. *The past in perspective: an introduction to human prehistory*. 4 ed. New York: McGraw Hill.
81. Morey DF, 2010. *Dogs: domestication and the development of a social bound*. Cambridge: Cambridge University Press.
82. Clutton-Brock J. Origins of the dog: domestication and early history. In: Serpell J (ed), 1995. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge: Cambridge University Press.
83. Lockwood R. The ethology and epidemiology of canine aggression. In: Serpell J (ed), 1995. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge: Cambridge University Press.
84. MacDonald DW, Carr GM. Variation in dog society: between resource dispersion and social flux. In: Serpell J (ed), 1995. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge: Cambridge University Press.
85. Coppinger R, Coppinger L, 2001. *Dogs: a startling new understanding of canine origin, behaviour and evolution*. New York: Scribner.
86. Crockford SJ, 2006. *Rhythms of life: thyroid hormones and the origin of species*. Victoria: Trafford.

87. Braude S, Gladman J, 2013. Out of Asia: an allopatric model for the evolution of the domestic dog. *ISRN Zool*, 2013: ID841734.
88. Scheidt WM, Shalter WM, 2003. Co-evolution of humans and canids an alternative view of dog domestication: Homo homini lupus? *Evol Cognition*, 9(1): 57-72.
89. Ostrander EA, Wayne R, 2005. The canine genome. *Genome Res*, 15: 1706-1716.
90. Geist V, 2007. *When do wolves become dangerous to humans?* Calgary: University of Calgary. [Acessado 19 Outubro 2015]. Disponível em: <http://www.vargfakta.se/wp-content/uploads/2012/05/Geist-when-do-wolves-become-dangerous-to-humans-pt-1.pdf>.
91. Bocherens H, Drucker DG, Germonpré M, Lázníčková-Galetová M, Nato YI, Wissing C, Brůžek J, Oliva M, 2015. Reconstruction of the Gravettian food-web at Předmostí I using multi-isotopic tracking (¹³C, ¹⁵N, ³⁴S) of bone collagen. *Quatern Int*, 359-360: 211–228.
92. Meggitt MJ. The association between Australian Aborigines and dingos. In: Leeds A, Vayda AP (eds), 1965. *Man, Culture and Animals*. Washington: American Association for the Advancement of Science.
93. Serpell JA (ed.), 1995. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interaction with people*. Cambridge: Cambridge University Press.
94. Savolainen P, Zhang Y, Luo J, Lundeberg J, Leitner T, 2002. Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298(5598): 1610-1613.

95. Pang J, Kluetsch C, Zou X, Zhang A, Luo L-Y, Angleby H, Ardalan A, Ekström C, Sköllermo A, Lundeberg J, Matsumura S, Leitner T, Zhang Y-P, Savolainen P, 2009. mtDNA data indicate a single origin of dog south of the Yangtze river, less than 16,300 years ago, from numerous wolves. *Mol Biol Evol*, 26(12): 2849-2864.
96. Miklósi A, 2007. *Dog behaviour, evolution, and cognition*. Oxford: Oxford University Press.
97. Scott JP, 1967. The Evolution of Social Behavior in Dogs and Wolves. *Am Zool*, 7(2): 373-381.
98. Abrantes R, 2005. *The evolution of canine social behavior*. 2 ed. Naperville: Wakan Tanka Publishers.
99. Mech LD, Boitani L (eds.), 2003. *Wolves, Behaviour, Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
100. Peterson RO, Jacobs AK, Drummer TD, Mech D, Smith DW, 2002. Leadership behavior in relation to dominance and reproductive status in gray wolves, *Canis lupus*. *Can J Zool*, 80: 1405–1412.
101. Trut L, Oskina I, Kharlamova A, 2009. Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model. *Bioessays*, 31(3): 349–360.
102. Trut LN, Pliusnina IZ, Os'kina IN, 2004. An experiment on fox domestication and debatable issues of evolution of the dog. *Russ J Genet*, 40(6): 644-655.

103. Feddersen-Petersen D. Communication in wolves and dogs. In: Bekoff M (ed), 2004. *Encyclopedia of animal behavior*, vol 1, Westport: Greenwood Press.
104. Feddersen-Petersen D, 1991. The ontogeny of social play and agonistic behaviour in selected canid species. *Bonn Zool Beitr*, 42(2): 97-114.
105. Range F, Virányi Z, 2014. Wolves Are Better Imitators of Conspecifics than Dogs. *PLoS ONE*, 9(1): e86559.
106. Marshall-Pescini S, Virányi Z, Range F, 2015. The effect of domestication on inhibitory control: wolves and dogs compared. *PLoS ONE*, 10(2): e0118469.
107. Udell MAR, 2015. When dogs look back: inhibition of independent problem-solving behaviour in domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) compared with wolves (*Canis lupus*). *Biol Lett*, 11:20150489.
108. Gácsi M, Györi B, Virányi Z, Kubinyi E, Range F, Belényi B, Miklósi A, 2009. Explaining dog wolf differences in utilizing human pointing gestures: selection for synergistic shifts in the development of some social skills. *PLoS ONE*, 4(8): e6584.
109. Fox MW, Beck AM, Blackman E, 1975. Behavior and ecology of a small group of urban dogs (*Canis familiaris*). *Appl Anim Ethol*, 1(2): 119-137.
110. Font E, 1987. Spacing and social organization: urban stray dogs revisited. *Appl Anim Behav Sci*, 17(3-4): 319-328.
111. Pal SK, Ghosh B, Roy S, 1998. Dispersal behaviour of free-ranging dogs (*Canis familiaris*) in relation to age, sex, season and dispersal distance. *Appl Anim Behav Sci*, 61(2): 123-132.

112. Daniels TJ, 1983. The social organization of free-ranging urban dogs: I. Non-estrous social behaviour. *Appl Anim Ethol*, 10(4): 341-363.
113. Pal SK, Ghosh B, Roy S, 1998. Agonistic behaviour of free-ranging dogs (*Canis familiaris*) in relation to season, sex and age. *Appl Anim Behav Sci*, 59(4): 331-348.
114. Daniels TJ, 1983. The social organization of free-ranging urban dogs: II. Estrous groups and the mating system. *Appl Anim Ethol*, 10(4): 365-373.
115. Roemer GW, Smith DA, Garcelon DK, Wayne RK, 2001. The behavioural ecology of the island fox (*Urocyon littoralis*). *J Zool*, 255(1): 1-14.
116. Baker PJ, Funk SM, Bruford MW, Harris S, 2004. Polygynandry in red fox population: implications for the evolution of group living in canids? *Behav Ecol*, 15(5): 766-778.
117. Kitchen AM, Gese EM, Waits LP, Karki SM, Schauster ER, 2006. Multiple breeding strategies in the swift fox, *Vulpes velox*. *Anim Behav*, 71(5): 1029-1038.
118. Gottelli D, Sillero-Zubiri C, Applebaum GD, Roy MS, Girman DJ, Garcia-Moreno J, Ostrander EA, Wayne RK, 1994. Molecular genetics of the most endangered canid: the Ethiopian wolf, *Canis simensis*. *Mol Ecol*, 3(4): 301-312.
119. Girman DJ, Mills MGL, Geffen E, Wayne RK, 1997. A molecular genetic analysis of social structure, dispersal, and interpack relationships of the African wild dog (*Lycaon pictus*). *Behav Ecol Sociobiol*, 40(3): 187-198.
120. Pal SK, 2011. Mating system of free-ranging dogs (*Canis familiaris*). *Int J Zool*, 2011: ID314216.

121. Gough A, Thomas A, 2004. *Breed predispositions to disease in dogs and cats*. Oxford: Blackwell Publishing.
122. Fuller JL, 1956. Photoperiodic control of estrus in the Basenji. *J Hered*, 47(3-4): 179-180.
123. Bermann M, Dunbar I, 1983. The social behaviour of free-ranging suburban dogs. *Appl Anim Ethol*, 10(1-2): 5-17.
124. Dias RA, Guilloux AGA, Borba MR, Guarnieri MCL, Prist R, Ferreira F, Amaku M, Ferreira Neto JS, Stevenson M, 2013. Size and spatial distribution of stray dog population in the University of São Paulo campus, Brazil. *Prev Vet Med*, 110(2): 263-273.
125. Beck AM, 1973. *The ecology of stray dogs: a study of free-ranging urban animals*. West Lafayette: Purdue University Press. [Acessado 23 Janeiro 2015]. Disponível em: http://docs.lib.purdue.edu/press_ebooks/4.
126. Bradshaw JW, 2006. The evolutionary basis for the feeding behaviour of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). *J Nutr*, 136(7): 1927S-1931S.
127. Serpell JA, 2003. Anthropomorphism and anthropomorphic selection: beyond the “cute response”. *Soc Anim*, 11(1): 83-100.
128. Humphrey N, 1983. *Consciousness regained: chapters in the development of mind*. Oxford: Oxford University Press.
129. Mithen SJ, 1996. *The prehistory of the mind: the cognitive origins of art, religion and science*. Cambridge: Cambridge University Press.

130. Beverland MB, Farrelly F, Lim EAC, 2008. Exploring the dark side of pet ownership: status and control-based pet consumption. *J Bus Res*, 61: 490-496.
131. Archer J, 1997. Why people love their pets? *Eval Hum Behav*, 18: 237-259.
132. Trivers RL, 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Q Rev Biol*, 46: 35-57.
133. Siegel N, 1990. An article that addresses health and senior citizens that have pets. *Pavlovian J Biol Sci*, 14: 104-107.
134. Bonas S, McNicholas J, Collis GM. Pets in the network of family relationships: an empirical study. In: Podberscek AL, Paul ES, Serpell JA (eds.), 2000. *Companion animals and us: exploring the relationships between people and pets*. Cambridge: Cambridge University Press.
135. Voith VL, Wright JC, Danneman PJ, 1992. Is there a relationship between canine behaviour problems and spoiling activities, anthropomorphism, and obedience training? *Appl Anim Behav Sci*, 34(3): 263-272.
136. Belk, RW, 1996. Metaphoric relationship with pets. *Soc Anim*, 4(2): 121-145.
137. Podberscek AL, Paul ES, Serpell JA, 2000. *Companion animals and us: exploring the relationships between people and pets*. Cambridge: Cambridge University Press.
138. Thurson ME, 1996. *The lost history of the canine race*. New York: Avon Books.

139. World Health Organization [WHO], 1990. *Guidelines for dog population management*. Geneva: WHO.
140. Thomas K, 1988. *O homem e o mundo natural: mudanças na atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800)*. São Paulo: Companhia das Letras.
141. Federacion Cynologique Internationale [FCI], 2015. *Breeds recognised on a definitive basis*. Thuin: FCI. Disponível em: <http://www.fci.be/en/Nomenclature/Default.aspx>. Acesso em: Jan 18 2015.
142. Parker HG, Kim LV, Sutter NV, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, Johnson GS, DeFrance HB, Ostrander EA, Kruglyak L, 2004. Genetic structure of the purebred domestic dog. *Science*, 304: 1160-1164.
143. Sundqvist A-K, Björnerfeldt S, Leonard JA, Hailer F, Hedhammar A, Ellegreen H, Vilà C, 2006. Unequal contribution of sexes in the origin of dog breeds. *Genetics*, 172(2): 1121-1128.
144. Sutter NB, Ostrander E, 2004. Dog star rising: the canine genetic system. *Nat Rev Genet*, 5: 900-910.
145. Ostrander EA, Galibert F, Patterson DF, 2000. Canine genetics comes of age. *Trends Genet*, 16(3): 117-124.
146. Ghirlanda S, Acerbi A, Herzog H, Serpell JA, 2013. Fashion vs. function in cultural evolution: the case of dog breed popularity. *PLoS ONE*, 8(9): e74770.
147. American Kennel Club [AKC] [Internet], 2015. *Most popular dog breeds in America*. [Postado em 26 Março 2015, acessado 28 Setembro 2015]. Disponível em: <http://www.akc.org/news/the-most-popular-dog-breeds-in-america/>

148. Marsden CD, Ortega-Del Vecchio D, O'Brien DPO, Taylor JF, Ramirez O, Vilà C, Marques-Bonet T, Schnabel RD, Wayne RK, Lohmueller KE, 2016. Bottlenecks and selective sweeps during domestication have increased deleterious genetic variation in dogs. *PNAS*, 113(1): 152-157.
149. Mason WE, 1915. *Dogs of all nations*. San Francisco: Panama-Pacific International Exposition.
150. Polo G, Calderón N, Clothier S, Garcia RCM, 2015. Understanding dog aggression: epidemiological aspects, In memoriam, Rudy de Meester (1953-2012). *J Vet Behav*, 10(6):525-534.
151. Rodrigues RCA, Polo G, Castagna CL, Presotto D, Baquero OS, Baldini MBD, Pisciotta KR, Lanitzman M, Dias RA, 2013. Caracterização de casos de agressão canina em Campinas, São Paulo, Brasil. *Braz J Vet Res Anim Sci*, 50(3): 233-237.
152. Gomper ME (ed), 2014. *Free-ranging dogs and wildlife conservation*. Oxford: Oxford University Press.
153. MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
154. Dias RA (ed), Mori ACF, Canatto BD, Silva EA, Bernardi F, Mendes MCNC, Paranhos NT, 2013. *Os donos do pedaço: caracterização das populações de cães e gatos no município de São Paulo*. São Paulo: FMVZ-USP.
155. Wandeler AI, Matter HC, Kappeler A, Budde A, 1993. The ecology of dogs and canine rabies: a selective review. *Rev Sci Tech Off Int Epiz*, 12(1): 51-71.

156. Alves AJS, Guilloux AGA, Zetun CB, Polo G, Braga GB, Panachão LI, Santos O, Dias RA, 2013. Abandono de cães na América Latina: revisão de literatura. *Rev Educ Cont Med Vet Zootec*, 11(2): 33-39.
157. Salman MD, New Jr. JG, Scarlett JM, Kass PH, Ruch-Gallie R, Hetts S, 1998. Human and animal factors related to the relinquishment of dogs and cats in 12 selected animal shelters in the United States. *J Appl Anim Welf Sci*, 1(3): 206-226.
158. Weng HY, Kass PH, Hart LA, Chomel BB, 2006. Risk factors for unsuccessful dog ownership: an epidemiologic study in Taiwan. *Prev Vet Med*, 77: 82-85.
159. New Jr. JC, Salman MD, King M, Scarlett JM, Kass PH, Hutchison JM, 2000. Characteristics of shelter-relinquished animals and their owners compared with animals and their owners in US pet-owning households. *J Appl Anim Welf Sci*, 3(3): 179-201.
160. Kidd AH, Kidd RM, George CC, 1992. Successful and unsuccessful pet adoptions. *Psychol Rep*, 70: 547-561.
161. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2015. *Pesquisa nacional de saúde 2013*. Rio de Janeiro: IBGE.
162. Nunes CM, Martines DA, Fikaris S, Queiróz LH, 1997. Avaliação da população canina da zona urbana do município de Araçatuba, São Paulo, SP, Brasil. *Rev Saúde Pública*, 31(3): 308-309.
163. Dias RA, Garcia RC, Silva DF, Amaku M, Ferreira Neto JS, Ferreira F, 2004. Estimativa de populações canina e felina domiciliadas em zona urbana do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública*, 38(4): 565-70.

164. Alves MCGP, Matos MR, Reichman ML, Dominguez MH, 2005. Dimensionamento da população de cães e gatos no interior do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública*, 39(6): 891-7.
165. Canatto BD, Silva EA, Bernardi F, Mendes MCNC, Paranhos NT, Dias RA, 2012. Caracterização demográfica das populações de cães e gatos supervisionados do município de São Paulo. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 64(6): 1515-1523.
166. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2000. *Censo populacional de 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.
167. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2010. *Censo populacional de 2010*. Rio de Janeiro: IBGE.
168. Thrusfield M, 2007. *Veterinary Epidemiology*. 3 ed. Oxford: Blackwell Science.
169. Morand S, McIntyre KM, Baylis M, 2014. Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: domestication time matters. *Infect Genet Evol*, 24:76-81.
170. Claeveland S, Laurenson MK, Taylor LH, 2001. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Phil Trans R Soc Lond B*, 356: 991-999.
171. Chomel BB, Arzt JJ. Dogs and bacterial zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.

172. Snowden KF, Budke CM. Dogs and protozoan zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
173. Gabrielli AF. Dogs and trematode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
174. MacPherson CNL, Torgerson PR. Dogs and cestode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
175. Morgan ER. Dogs and cestode zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
176. Halliwell REW. Dogs and ectoparasitic zoonoses. In: MacPherson CNL (ed.), Meslin FX, Wandeler AI, 2013. *Dogs, zoonoses and public health*. 2 ed. Oxfordshire: CABI.
177. Jackson AC (ed.), 2013. *Rabies: scientific basis of the disease and its management*. Oxford: Academic Press.
178. World Health Organization [WHO], 2013. *WHO expert consultation on rabies: second report. WHO technical report series 982*. Geneva: WHO.
179. Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A, Attlan M, Barrat J, Blanton JD, Briggs DJ, Cleaveland S, Costa P, Freuling CM, Hiby E, Knopf L, Leanes F, Meslin FX, Metlin A, Miranda ME, Müller T, Nel LH, Recuenco S, Rupprecht CE, Schumacher C, Taylor L, Vigilato MAN,

- Zinsstag J, Dushoff J, 2015. Estimating the Global Burden of Endemic Canine Rabies. *PLoS Negl Trop Dis*, 9(5): e0003786.
180. Coordenadoria de Controle de Doenças [CCD], 2006. Programa de controle de populações de cães e gatos do Estado de São Paulo. *Boletim Epidemiológico Paulista*, 3(5): 1-165.
181. Amaku M, Dias RA, Ferreira F, 2009. Dinâmica populacional canina: potenciais efeitos de campanhas de esterilização. *Pan Am J Public Health*, 25(4): 300-304.
182. Amaku M, Dias RA, Ferreira F, 2010. Dynamics and control of stray dog populations. *Math Popul Stud*, 17: 69-78.
183. Santos O, Amaku M, Ferreira F, 2015. *capm: an R package for companion animal population management*. DOI: 10.5281/zenodo.10174.
184. Dias RA, Baquero OS, Guillox AGA, Moretti CF, Lucca T, Rodrigues RCA, Castagna CL, Presotto D, Kronitzky YC, Grisi-Filho JHH, Ferreira F, Amaku M, 2015. Dog and cat management through sterilization: implications for population dynamics and veterinary public policies. *Prev Vet Med*, 122(1-2):154-163.
185. Schneider MC, Almeida GA, Souza LM, Moraes NB, Diaz RC, 1996. Controle da raiva no Brasil de 1980 a 1990. *Rev Saúde Pública*, 30(2): 196-203.
186. Secretaria de Vigilância em Saúde [SVS], 2009. *Guia de vigilância epidemiológica*. 7 ed. Brasília: Ministério da Saúde, p. 753-784.
187. De Lucca T, Rodrigues RCA, Castagna C, Presotto D, De Nadai DV, Fagre A, Braga GB, Guilloux AGA, Alves AJS, Martins CM, Amaku M,

- Ferreira F, Dias RA, 2013. Assessing the rabies control and surveillance systems in Brazil: an experience of measures towards bats after the halt of massive vaccination of dogs and cats in Campinas, Sao Paulo. *Prev Vet Med*, 111(1-2): 126-133.
188. Dohoo I, Martin W, Stryhn H, 2003. *Veterinary epidemiological research*. Charlottetown: AVC.
189. Coleman PG, Dye C, 1996. Immunization coverage required to prevent outbreaks of dog rabies. *Vaccine*, 14(3): 185-186.
190. Sallum PC, Almeida MF, Massad E, 2000. Rabies seroprevalence of street dogs from Sao Paulo city, Brazil. *Prev Vet Med*, 44(3-4): 131-139.
191. Korn R, Zeissig A, 1948. Dog, fox and cattle rabies in New York State. Evaluation of vaccination in dogs. *Am J Public Health*, 38(1): 50-65.
192. Polo G, Acosta CM, Dias RA, 2013. Spatial accessibility to vaccination sites in a campaign against rabies in São Paulo city, Brazil. *Prev Vet Med*, 111(1-2): 10-16.
193. Ministério da Saúde [MS], 2010. *Informe técnico da vigilância epidemiológica da raiva*. Brasília: Ministério da Saúde. [Acessado 09 Janeiro 2012]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/info_tec_raiva_caso_hum_8910.pdf.



VETERINÁRIA

USP
