

Ossos humanos e não humanos: dinâmica e interação em casos forenses

CAPÍTULO

7

Sérvio Túlio J. Reis

Cláudia R. Plens

Levy Figuti



FONTE: SÉRVIO TÚLIO REIS

Vestígios ósseos não humanos em contexto da Antropologia Forense podem ser de alta relevância para a contextualização do corpo humano, sobretudo quanto aos processos tafonômicos. No presente capítulo é apresentada a Zoormofologia Forense, campo de estudo em desenvolvimento para investigações de crimes ambientais e violência contra animais, assim como para compreensão dos processos que alteram o corpo humano após a morte. Para tanto, neste capítulo são apresentadas etapas para a identificação dos animais e as análises para compreensão de fraturas, marcas e processo de dispersão causadas por atividades de fauna vertebrada no contexto de casos de Antropologia Forense.

Introdução

As perícias no campo da Antropologia Forense são repletas de dados para além do corpo humano (ou remanescentes ósseos humanos), muitas vezes envolvendo uma análise completa dos vestígios ainda *in loco*, de forma a melhor contextualizar, coletar, analisar, interpretar e manter a devida cadeia de custódia (vide capítulo 9), para posterior encaminhamento dos remanescentes para cada profissional competente para suas análises.

Dentro desse contexto, o arqueólogo forense, com a devida formação e experiência, será capaz de observar no local a existência de diferentes elementos, tais como remanescentes ósseos não humanos. Muitas vezes, esses remanescentes se encontram presentes nesses cenários; porém, por falta de profissional capacitado para atuar na Arqueologia Forense, são relegados, ora por não serem observados por profissionais no local de crime, ora pelo desconhecimento de que todos os vestígios devam ser investigados. Dessa forma, geralmente os vestígios faunísticos, sobretudo de vertebrados, não são devidamente interpretados para compreensão do contexto investigado, prejudicando todo o processo de análise e, também, da investigação como um todo. Uma vez não investigados *in loco*, esses vestígios estão perdidos para sempre.

Para associar esses diferentes vestígios e esclarecer muitos aspectos físicos encontrados nos ossos humanos, as investigações de Antropologia Forense requerem equipes multidisciplinares que possam analisar diferentes remanescentes presentes no local de crime. Um exemplo é o arqueólogo, profissional que, dentro de sua formação, estuda remanescentes ósseos humanos e não humanos, tornando-se hábil para investigar a participação da fauna no contexto antrópico. Se capacitado na área da Zooarqueologia (estudo dos remanescentes não humanos) e também na área forense, torna-se apto a trabalhar em perícia de local de crime.

O campo da Zooarqueologia possui uma série de arcabouços teóricos e metodológicos para o estudo dos remanescentes ósseos para além da sua identificação, como acerca de remanescentes faunísticos no campo forense, o que possibilita agregar um campo em desenvolvimento: a Zoomorfologia Forense [1]. Esta, modo geral, investiga tráfico de animais selvagens, caça ilegal, casos de crueldade, abuso e maus-tratos a animais e ainda auxilia investigações mais profundas na área da Antropologia Forense.

Outros profissionais competentes para a análise osteológica de fauna são os biólogos e os médicos-veterinários, especialmente aqueles com conhecimento especializado em Zoomorfologia e Medicina Veterinária Legal, podendo atuar em áreas forenses para identificação desses remanescentes e análise de contextos.

Neste capítulo desenvolveremos especificamente como a fauna pode contribuir para as investigações no campo da Antropologia Forense. Discorreremos sobre a fauna vertebrada, que ainda tende a ser relegada quando do estudo de contextos forenses – diferentemente da fauna invertebrada, bem mais conhecida e desenvolvida no campo das Ciências Forenses, com um campo bem desenvolvido, chamado Entomologia. Trataremos, ainda, sobre alguns dos principais métodos de diferenciação de restos mortais humanos e não humanos vertebrados, apresentando de forma prática e objetiva, possíveis aplicações para campo e laboratório.

Contextualização

Na maioria dos casos, quando o local de crime investigado não é analisado por arqueólogos, biólogos ou médicos-veterinários, os remanescentes faunísticos não são devidamente registrados no relatório de campo.

No laboratório, entre a sequência de perguntas que devem ser respondidas pelo antropólogo forense, a primeira é: o vestígio ósseo é humano ou de outro animal? Descartada a possibilidade de ser humano, não é mais atribuição do antropólogo forense responder por esse vestígio, que passa a ser desconsiderado em todo o caso. O antropólogo forense terá atenção exclusiva na análise dos remanescentes ósseos humanos.

Entretanto, vale salientar que restos mortais identificados como não humanos pela Antropologia Forense são de grande relevância para a contextualização do corpo humano, sobretudo quanto aos processos tafonômicos que atuam sobre os ossos dos indivíduos humanos. Em outros casos, ainda que, porventura, deixem de ter relevância para a Medicina Legal, ainda possuem relevância forense para os crimes contra o meio ambiente, devendo, portanto, ser encaminhados ao setor competente para os respectivos exames.

Porém, é ainda muito comum que, após serem desconsiderados pelo antropólogo forense em laboratório, os ossos de vertebrados não humanos não sigam para análise de um profissional competente, sendo geralmente descartados. Com



esta quebra na cadeia de custódia no que se refere ao vestígio não humano, o processo investigativo prossegue sem a lembrança de que esse vestígio inicialmente existiu. Mas se o cenário da investigação for distinto e as atribuições de diferentes profissionais competentes respeitadas, os itens de origem animal seguem para análise de um *expert* em fauna, geralmente no contexto da perícia ambiental.

Para a perícia ambiental é essencial a identificação da espécie do animal envolvido, seja ele silvestre ou doméstico, uma vez que diversas espécies são especialmente protegidas por leis, acordos e convenções internacionais. [20]

Dentro da perícia ambiental se inicia a análise dos remanescentes faunísticos, ou seja, a espécie da fauna tem de ser identificada. Se o antropólogo forense, em meio a toda complexidade de variáveis e atributos a ser considerada, possui uma única espécie a ser analisada, o profissional que analisará os remanescentes faunísticos vertebrados terá dezenas de espécies para considerar. Mais do que isso, a partir da identificação da espécie, dezenas de outras variáveis e atributos podem ser analisados dentro do âmbito faunístico para responder determinadas questões.

O cérebro humano não é capaz de interligar toda essa ampla gama de relações entre dezenas ou centenas de variáveis existentes na materialidade, de modo que a Arqueologia, campo de conhecimento que estuda todo o espectro da cultura material, desenvolveu há mais de um século sistemas de classificações para analisar as múltiplas interrelações que podem ocorrer na materialidade estudada, alcançando interpretações de diferentes vestígios em relação a diferentes variáveis e atributos.

A partir de sistemas de classificação de variáveis e atributos presentes nos vestígios de origem animal, assim como da relação desses vestígios com os demais elementos presentes no local investigado, sobretudo com os ossos humanos, é possível compreender o papel da fauna dentro do cenário investigado.

IMPORTANTE

Embora ainda pouco pesquisada no campo forense, seja para investigações de crueldade, abuso e maus-tratos contra animais, seja como elemento de cenários de Antropologia Forense, o que se sabe sobre a participação dos animais vertebrados em locais de crime normalmente se resume a estudos acadêmicos experimentais para compreensão do papel dos animais em processos tafonômicos envolvendo desmembramentos, desarticulação e alimentação a partir de ossos humanos em espaços geográficos bastante específicos e controlados. Dessa forma, não é possível aplicar os mesmos processos para áreas de temperaturas, clima e fauna distintos. Porém, no campo investigativo, ainda são raros os casos em que uma análise profunda de vestígios faunísticos em locais de crime tenha sido realizada com o intuito de explicar o processo *post mortem* de modo empírico.

A partir de identificação de espécie e de sistemas de classificações, este capítulo discutirá possibilidades de análises e os potenciais interpretativos como auxílio no cenário da Antropologia Forense, sendo um ensaio que busca reunir ideias provenientes das áreas da Medicina Veterinária Legal, Biologia Forense, Arqueologia e Zooarqueologia para sugerir um campo de atuação a ser melhor explorado em investigações forenses. Embora estudos acadêmicos apontem para o grande potencial do estudo dos animais vertebrados para explicar processos de eliminação dos tecidos moles, desmembramento e dispersão de corpos, ainda são raras as investigações que explorem essas evidências.

Aspectos gerais da diferenciação de ossos humanos e não humanos

Como dito anteriormente, uma das primeiras tarefas do antropólogo forense ao se deparar com um osso é identificar se esse osso é ou não humano. Todo o prosseguimento da investigação depende dessa resposta. Não são raras as vezes em que este profissional examina uma ossada supostamente humana, em um local de crime ou em laboratório, mas que depois se comprova pertencer a outra espécie animal. Um erro nessa análise inicial pode representar o uso inadequado de recursos humanos e materiais, implicando em desperdício de trabalho.

Vale ressaltar que muitos materiais naturais e sintéticos podem se assemelhar a ossos. Além disso, ossos podem ser confundidos com outros materiais, dependendo da sua natureza e das condições ambientais que favorecem sua mudança de cor e de aparência. Portanto, antes de tudo, deve-se identificar se o material examinado é realmente um osso ou não!

De modo geral, a diferenciação entre ossos humanos e não humanos é feita com base na sua anatomia, buscando-se identificar as características fenotípicas macroscópicas específicas, que permitam uma classificação objetiva e clara. Quando se trata de ossos inteiros e bem preservados, normalmente essa identificação não é tão complexa, embora alguns ossos de animais apresentem alguma semelhança com ossos humanos, principalmente ao considerarmos diferentes faixas etárias.



Essa tarefa é facilitada quando são identificados ossos que não existem na espécie humana, como as vértebras coccígeas (caudais) (Figura 1), osso peniano e esternobras, ou, ainda, ossos que existem no esqueleto humano, mas não ocorrem na maioria das outras espécies, a exemplo da clavícula (Figura 2) e do cóccix.

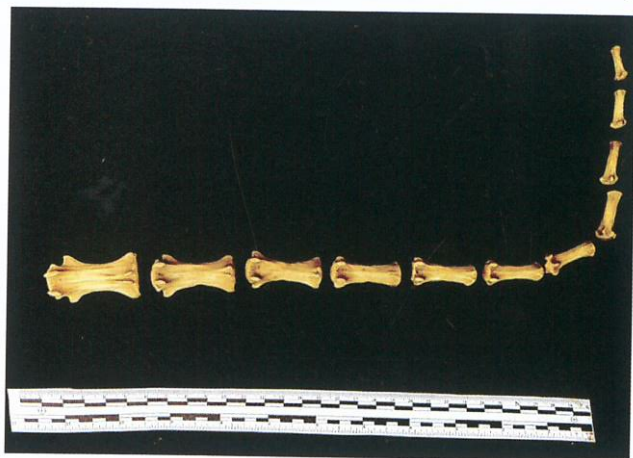


Figura 1 – Vértebras coccígeas (caudais) de onça-pintada (*Pathera onca*). Em humanos as vértebras coccígeas dão lugar ao cóccix, formado por quatro vértebras na base da coluna que se fundem ao longo da vida adulta.



Figura 2 – Clavícula humana, inexistente na maioria das espécies animais. A postura bípede e a posição dos ombros exigiram o desenvolvimento de clavículas mais robustas em humanos.

Por outro lado, ossos fragmentados ou muito alterados por processos tafonômicos podem representar um desafio maior para o antropólogo forense, que por vezes tem que recorrer a outros exames de identificação, como métodos microscópicos ou genéticos.

Microscopicamente, os ossos das diferentes espécies diferem em características como número e diâmetro dos canais haversianos, conformação dos osteons, distribuição dos osteócitos e estruturas trabeculares, entre outras.

Os dentes e os pelos também fornecem dados relevantes para identificação da espécie, com base na sua anatomia, e o seu exame pode ser decisivo para a sequência dos trabalhos.

UM POUCO DE HISTÓRIA

Diferenciação macroscópica de ossos humanos e não humanos

Em outubro de 2011, duas crianças, Ruth Bretón Ortiz, de seis anos de idade, e José Bretón Ortiz, de dois anos de idade, desapareceram na cidade de Córdoba, Andalusia, Espanha. O pai alegava que as crianças haviam desaparecido enquanto brincavam no parque. Após investigação, ossos queimados foram localizados no sítio Las Quemadillas, em Córdoba.

Os ossos foram enviados para uma perita criminal para realização dos exames de identificação. A primeira perita, Josefina Lamas, chegou à conclusão de que os ossos queimados eram todos não humanos. No entanto, o antropólogo forense foi chamado para reanalisar o caso e reconheceu fragmentos queimados de ossos humanos subadultos, a partir de suas características morfológicas, não havendo, segundo ele, nenhum osso de animais no local. A estimativa de idade era compatível com as crianças desaparecidas.

Dada a falta de uma investigação sustentada por uma Arqueologia Forense que garantisse a cadeia de custódia, quando o caso chegou à corte com a alegação dos antropólogos forenses de que se tratavam de ossos subadultos humanos, o caso teve que se basear em fotos da cena da fogueira para que os antropólogos forenses afirmassem perante o juiz que os ossos analisados se tratavam dos mesmos fragmentos queimados das fotografias do local do crime.

Em julho de 2013, José Bretón foi condenado a 40 anos de prisão por duplo assassinato. O parentesco, a premeditação e o caráter cruel demonstrado por Bretón foram circunstâncias agravantes. Em março de 2015, porém, a sentença foi reduzida para um máximo de 25 anos.

Embora o desfecho conclusivo tenha levado à condenação de Bretón, esse famoso caso espanhol é caracterizado por diversas falhas na investigação, desde a falta de procedimentos que assegurassem a cadeia de custódia na perícia de local de crime, até a análise equivocada dos ossos, onde os investigadores confundiram ossos humanos subadultos com ossos de animais.

Equívocos sobre identificação de ossos humanos e não humanos são bastante comuns e podem levar a interpretações erradas de crimes. Porém, um conhecimento básico sobre anatomia humana e anatomia comparada pode dar suporte para que o investigador identifique ossos e seus fragmentos de maneira mais confiável.



A anatomia óssea humana é um produto de uma história evolutiva singular, a linhagem dos mamíferos primatas bípedes, figurando entre os maiores primatas atuais. As mais conspícuas particularidades osteo-anatômicas de nossa espécie estão no grande crânio, arredondado, com sua parte naso-bucal curta; nos membros longos, relativamente esguios; nos membros anteriores com patas pentadactilas com presença de metacarpos relativamente curtos e falanges longas e um polegar opositor; nos membros posteriores com patas com metatarsos longos e falanges relativamente curtas, e na cintura pélvica relativamente pequena e robusta.

Nos animais não humanos, de modo geral, os crânios tendem a ser menores, focinhos compridos (parte naso-bucal maior). Com exceção dos primatas, os ossos de seus membros tendem a ser relativamente mais curtos, com metacarpos/metatarsos e falanges maiores e em menor número (várias espécies possuem menos de cinco dedos), além de cintura pélvica mais estreita e alongada (ílio).

Ossos de outras classes de vertebrados (peixes, anfíbios, répteis e aves) apresentam padrões anatômicos com morfologias ainda mais distintas e, por essa razão, é pouco provável que possam ser confundidos com ossos humanos.

A identificação de características relacionadas ao bipedalismo e maior volume cerebral é o primeiro passo para a distinção de ossos humanos dos de outros animais. O forame magno, no crânio, é um elemento importante de identificação. Enquanto nos quadrúpedes, o forame magno está situado posteriormente, nos humanos, em consequência do bipedalismo, localiza-se centralmente na base do crânio. A abóbada craniana humana possui pontos de fixação do músculo grácil e não tem cristas sagitais e nucais, com exceção do grande processo mastóide, local de fixação do músculo esternocleidomastóideo, que possibilita o giro e inclinação da cabeça e serve também para sustentação da postura vertical humana. Quanto à espessura, o crânio humano possui um córtex mais fino em comparação aos demais mamíferos e, de modo geral, possui um formato mais arredondado [2].

A mandíbula humana é facilmente distinguível pela falta de prognatismo presente na maioria dos animais. Enquanto na maioria dos animais o processo coronóide está localizado de modo mais superior ao côndilo mandibular, nos humanos a diferença entre o posicionamento entre o processo coronóide e o côndilo maior é menor. Além disso, humanos possuem eminência mental mais saliente.

Os humanos possuem dentição bastante singular, considerando-se a relação de proporções e morfologia: os caninos são proporcionalmente menores, com maior desgaste apical, sem diastema e os pré-molares não setoriais com cúspides baixas e arredondadas.

A coluna vertebral humana é composta por número diferenciado de vértebras, proporcionalmente mais curtas e largas que outros mamíferos, e possuem um padrão nos corpos vertebrais que aumentam gradativamente de tamanho da parte superior para a inferior da coluna vertebral, devido à necessidade de sustentação do peso em decorrência da postura bípede. O atlas humano (Figura 3 A) exibe uma face articular superior mais rasa e uma distância muito menor entre as faces articulares superior e inferior. O axis humano (Figura 3 B) tem um processo odontóide curto e robusto. Nas vértebras cervicais humanas os processos espinhosos são frequentemente divididos e mais curtos, sendo, ainda, orientados inferiormente [2].

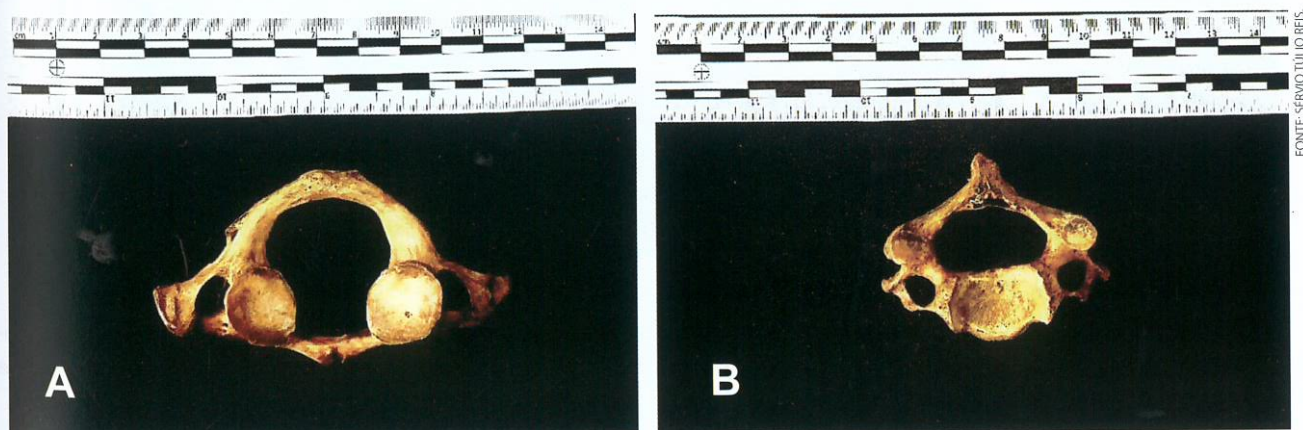


Figura 3 – Atlas (A) e áxis (B) humanos. As vértebras humanas são proporcionalmente mais curtas e largas em relação a outras espécies.

O atlas de primatas é proporcionalmente menor e menos robusto do que os outros mamíferos (Figura 4).



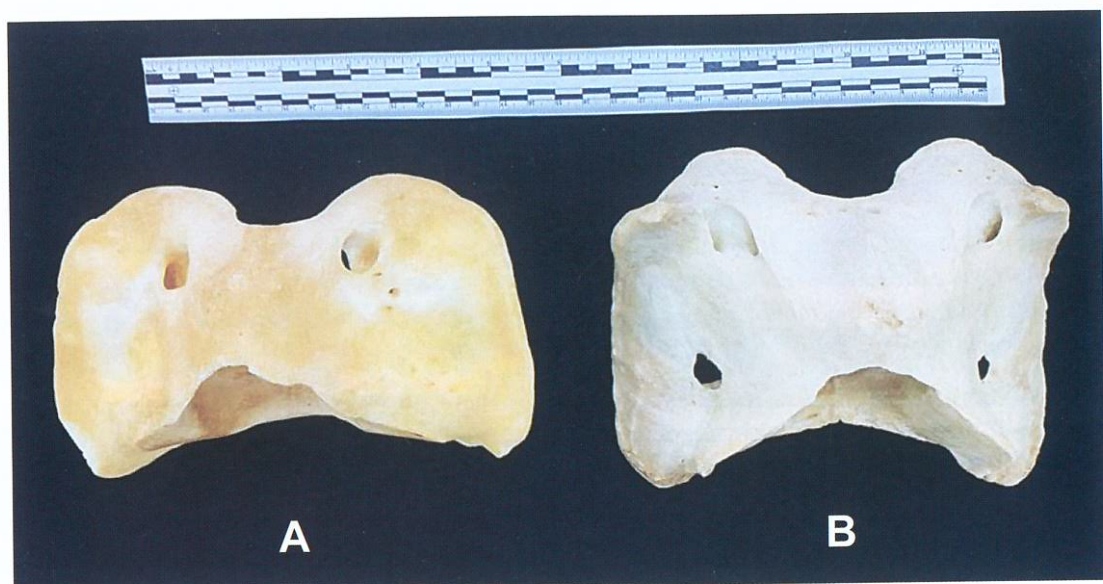


Figura 4 – Atlas bovino (A) e equino (B), bem mais largos e robustos do que na espécie humana.

Em humanos, o osso esterno possui tamanho e morfologia distinto de outros animais e as costelas possuem curvatura mais pronunciada do que em outros animais.

Na pelve, o bipedalismo humano levou a uma constituição morfológica bastante singular. Enquanto nos demais animais o ílio é um osso alongado e posicionado dorsalmente, nos humanos ele é largo e envolto ventralmente. Diferentemente do que ocorre em muitos outros animais, a sínfise púbica raramente se funde em humanos. O sacro é largo e em forma de cunha e, por fim, sem as vértebras caudais dos outros animais, a coluna vertebral humana finaliza com o último osso, o cóccix. O sacro de bovinos e equinos apresenta asas, diferentemente do humano, em forma de cunha (Figuras 5 A, B e C).

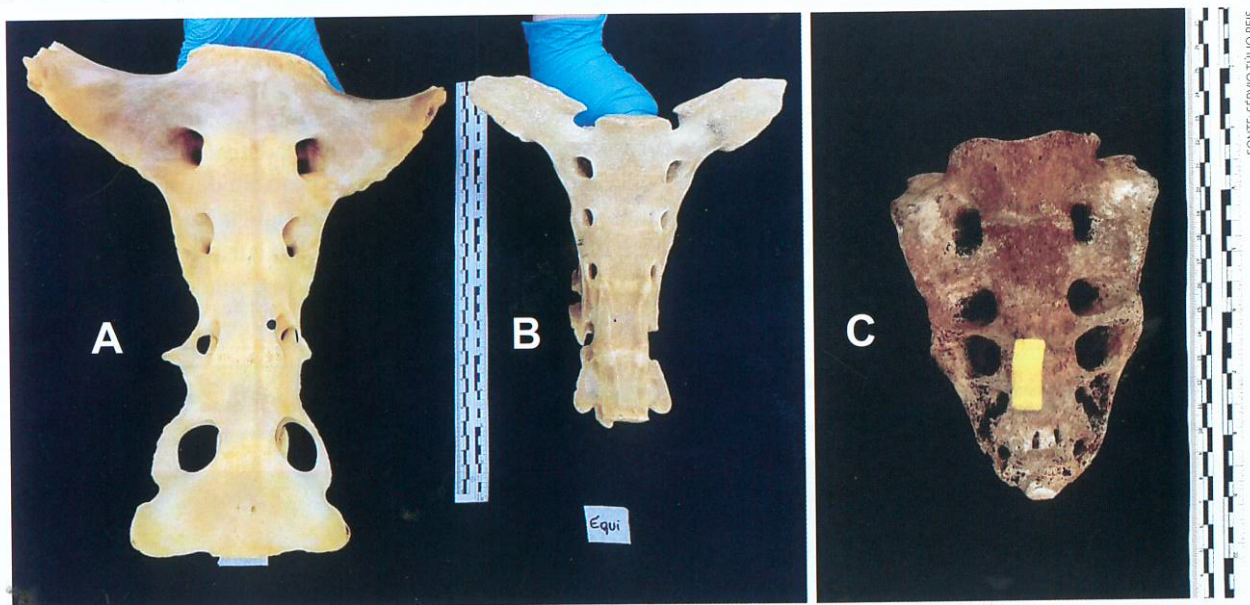


Figura 5 – Sacro bovino (A), equino (B) e humano (C). O sacro de bovinos e equinos.

A clavícula humana também é influenciada pelo bipedalismo, pois a postura vertical liberou os membros superiores humanos de modo que eles foram reposicionados lateralmente ao corpo e a clavícula adaptou-se com uma morfologia mais longa e robusta para sustentação dos braços.

Enquanto outros mamíferos exibem escápulas que são mais longas no sentido do eixo da coluna [Figuras 6 A, B e C], a escápula humana, de forma triangular e com uma grande fossa infraespinhosa, é mais longa no sentido perpendicular à coluna (Figura 6 D).

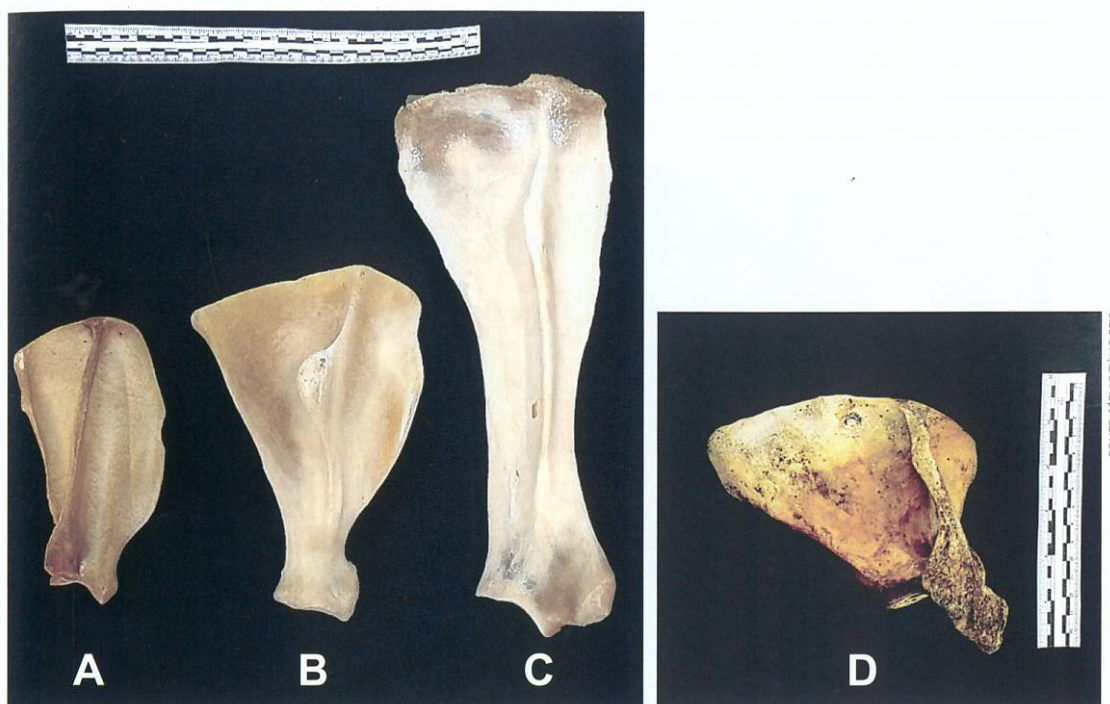


Figura 6 – Escápula canina (A), suína (B), equina (C) e humana (D).

Os ossos longos em humanos são mais delgados, exibem marcas musculares menos pronunciadas e as superfícies articulares, em razão da maior mobilidade dos membros, são menos modeladas.

No úmero, a tuberosidade deltóide e a crista supracondilar são mais desenvolvidas. Os primatas, de modo geral, possuem a cabeça do úmero arredondada, permitindo maior amplitude de movimento no ombro. Nos animais não primatas, a cabeça do úmero não é tão arredondada (Figura 7 A, B e C). Também por razão da maior mobilidade dos membros humanos, o capitulum no úmero é proeminente, permitindo maior mobilidade da cabeça do rádio; o processo coronoide é mais proeminente e a fossa do olécrano, por sua vez, mais retraída (Figura 7 D).

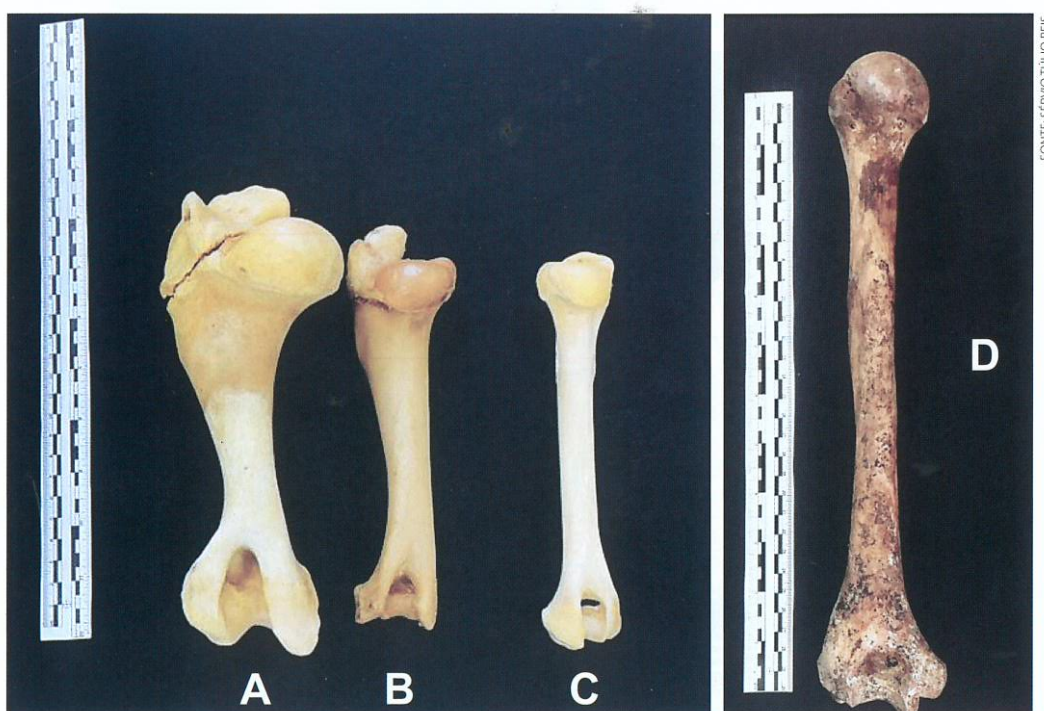


Figura 7 – Úmero de suíno (A), pequeno ruminante (B), cão (C) e humano (D). A cabeça do úmero humano tem formato mais arredondado em comparação com as outras espécies. Em geral a fossa do olécrano é mais profunda em não humanos. O úmero do cão apresenta o forame supratroclear.



Diferentemente da ulna de outros mamíferos (Figura 8 A, B e C), dada a menor força dos músculos humanos e maior mobilidade dos membros superiores, a ulna humana, assim como outros primatas, possui um processo olécrano curto, permitindo uma maior amplitude de movimento no cotovelo, porém conferindo menor força aos tríceps. A cabeça do rádio é mais arredondada, permitindo uma ampla faixa de supinação e pronação do antebraço (Figura 8 D).

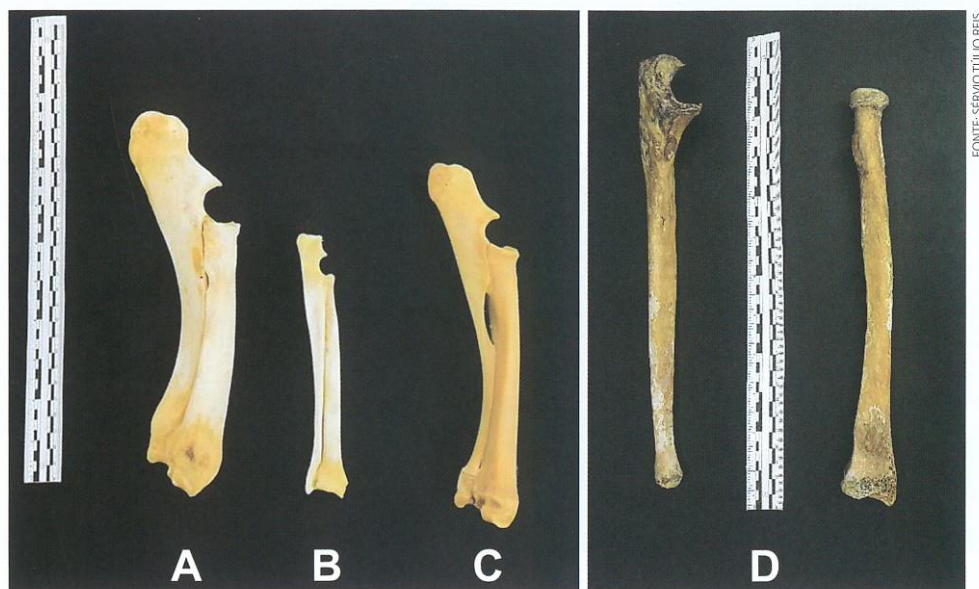


Figura 8 – Rádio e ulna de suíno (A), cão (B), pequeno ruminante (C) e humano (D). Os dois ossos são fundidos nos ruminantes e no equino. No suíno estão conectados por um ligamento interósseo. Em geral o olécrano é mais desenvolvido em não humanos.

O fêmur dos mamíferos em geral apresenta o grande trocanter proeminente e cabeça sem pescoço tão conspícuo (Figuras 9 A, B e C). O fêmur humano (e dos primatas em geral) é longo e a diáfise é angulada medialmente, possui uma circunferência menor em relação ao seu comprimento e exibe uma cabeça robusta e um pescoço longo, grande trocanter discreto. O ângulo entre o colo e a diáfise do fêmur é maior em primatas em geral, sendo que fêmures humanos por apresentarem maiores dimensões proporcionalmente se distinguem claramente de primatas sul-americanos. A linha áspera, local de inserção para os extensores da perna, é bem desenvolvida. As superfícies articulares proximal e distal da tíbia são mais planas do que em animais não humanos (Figura 9 D).

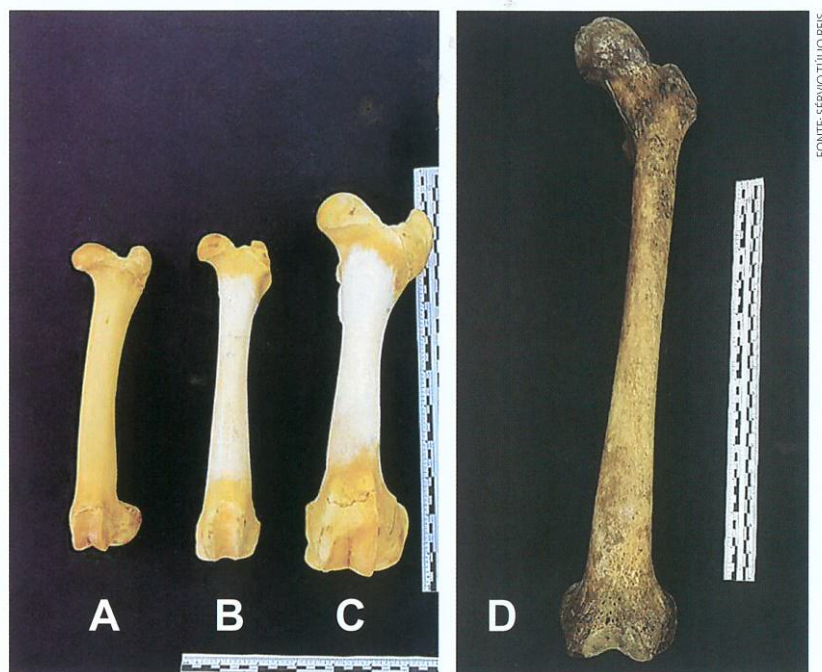


Figura 9 – Fêmur de pequeno ruminante (A), cão (B), suíno (C) e humano (D). A cabeça do fêmur humano é mais robusta e tem formato mais arredondado em comparação com as outras espécies.

Também diferentemente de outros mamíferos (Figura 10 A e B), os humanos possuem cinco dígitos, com uma pentadactilia singular nas mãos por apresentarem polegares opositores característicos, e apenas os primatas sul-americanos apresentam alguma semelhança anatômica, mas sempre com peças bem menores. No caso dos pés humanos, a configuração plantígrada para movimentação bípede gerou um conjunto anatômico singular com falanges curtas e robustas e metatarsos longos (Figura 10 C).

As cabeças dos metacarpos e metatarsos são arredondadas nos humanos, permitindo ampla mobilidade dos dedos. O primeiro dedo da mão humana é oponível, com um trapézio em forma de sela.

Os ossos do tarso em humanos são robustos devido à locomoção bípede. Em particular, o tálus tem uma superfície articular superior muito plana, semelhante a uma plataforma.

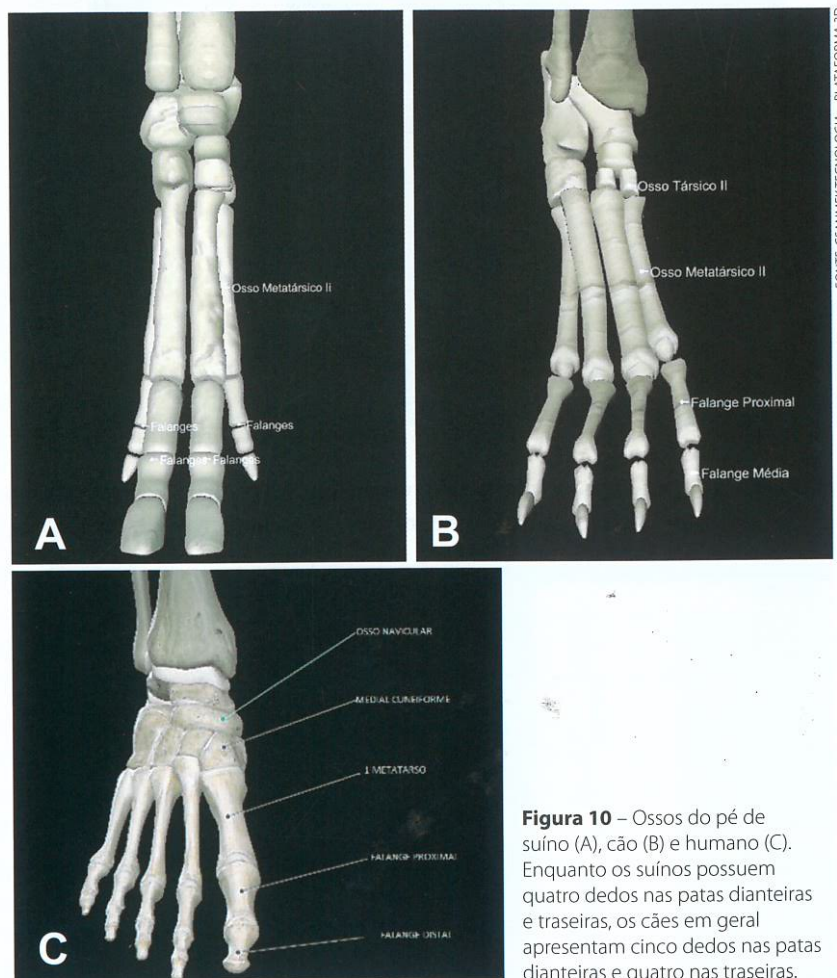


Figura 10 – Ossos do pé de suíno (A), cão (B) e humano (C). Enquanto os suínos possuem quatro dedos nas patas dianteiras e traseiras, os cães em geral apresentam cinco dedos nas patas dianteiras e quatro nas traseiras.

Devemos considerar também que, no contexto brasileiro, a espécie humana é um dos maiores mamíferos. Mesmo se acharmos ossos que sejam semelhantes em forma, mas de pequenas dimensões, e sem os traços correspondentes de imaturidade etária, como consolidação de suturas cranianas, ou fusão incompleta das epífises, teremos nas mãos um indivíduo adulto não humano [2].

Ossos imaturos

Nos casos em que as dimensões são o principal elemento de diferenciação entre o osso humano e o não humano, saber se estamos lidando com um osso de indivíduo adulto ou subadulto será de grande relevância. A presença ou ausência das placas de crescimento ósseo será um importante elemento nessa diferenciação, uma vez que a placa é distinguível em ossos de crianças e adolescentes (Figura 11), desaparecendo no indivíduo adulto, após a cessação do crescimento e a sua calcificação. Vale ressaltar que, tratando-se de restos mortais em adiantado estado de decomposição, muitas vezes a cartilagem da placa de crescimento se degrada, resultando na separação completa entre epífise e diáfise, o que exige atenção do examinador para evitar equívocos de interpretação.





FONTE: NÚCLEO DE ANTROPOLOGIA FORENSE DA POLÍCIA CIENTÍFICA DO PARANÁ.

Figura 11 – Par de ossos longos (fêmur) antes da soldadura das epífises proximal e distal, demonstrando ser um osso humano imaturo.

Em alguns casos, a presença ou ausência de placas de crescimento ósseo não são o único parâmetro de maturidade. A escápula, por exemplo, tem no tamanho o indicativo mais confiável do grau de maturidade (Figura 12).



FONTE: NÚCLEO DE ANTROPOLOGIA FORENSE DA POLÍCIA CIENTÍFICA DO PARANÁ.

Figura 12 – Escápula humana imatura. Fonte: Núcleo de Antropologia Forense da Polícia Científica do Paraná.

O crânio, em especial, apresenta como indicador de maturidade principal o grau de fusionamento de suturas entre os ossos cranianos, embora haja variações individuais a serem consideradas ao utilizar essas suturas para a estimativa de idade (Figura 13).





FONTE: NÚCLEO DE ANTROPOLOGIA FORENSE DA POLÍCIA CIENTÍFICA DO PARANÁ.

Figura 13 – Crânio humano imaturo com suturas bem evidentes.

Ossos fragmentados

Em situações em que os restos esqueléticos se encontram muito fragmentados, seja por ação dos agentes mecânicos relacionados à causa da morte, seja por alterações tafonômicas, a análise das características morfológicas macroscópicas pode não ser suficiente para permitir uma identificação da espécie de origem. Diante disso, podem-se lançar mão de métodos histológicos e biomoleculares, como radioimunoensaio (pRIA) e análise de DNA.

Por meio de exame de raio-x, é possível verificar que as trabéculas do osso esponjoso em eixos médios de ossos longos humanos às vezes mostram distribuição homogênea, porém, esparsa, enquanto o padrão trabecular em ossos não humanos é mais homogêneo e denso. Os dos demais animais são caracterizados por pequenas invaginações semelhantes a espículas do córtex para o osso trabecular e a penetração de canais de nutrientes no eixo médio [3].

O uso da histomorfologia óssea na diferenciação de espécies é conhecido desde o começo do século XX [4], por meio de variações na estrutura dos osteons, configuração dos osteócitos e diâmetro e distribuição dos canais haversianos. Este tem se mostrado um método eficiente na identificação de remanescentes ósseos fragmentados em estudos de Arqueologia e Antropologia Forense [5,6,7].

Ubelaker [8], em auxílio em uma investigação policial, usou bandagem de osteons para identificar se um osso era humano ou não. As autoridades policiais responsáveis pela cena de crime identificaram inicialmente o fragmento como humano, pois apresentava uma pseudoartrose presa a uma placa cirúrgica. Contudo, a análise microscópica do fragmento revelou um padrão de bandas de osteons alternadas, incluindo osteons primários e secundários e osso lamelar, este conjunto de características sugere pertencer a um animal, possivelmente de canídeo de grande porte.

Entretanto, ainda há necessidade de mais pesquisas para determinação de diferenças interespecíficas, intraespecíficas e em diferentes ossos do mesmo indivíduo, considerando as variações regionais e locais. Mesmo com o avanço das novas abordagens moleculares na identificação de fragmentos ósseos, a histomorfologia apresenta-se como uma técnica capaz de contornar limitações como custo e tempo que esses testes exigem [9].

O radioimunoensaio de proteínas (pRIA) também permite a identificação de espécies animais. A partir da análise 200 mg de pó de osso da amostra desconhecida, a proteína extraída é exposta a anti-soros espécie-específicos produzidos a partir de cobaias. A extensão da ligação específica da espécie pode ser quantificada através do uso de um marcador radioativo para revelar as espécies representadas [10].



Diferenciação macroscópica de dentes humanos e não humanos

Nos conjuntos de vestígios esqueléticos advindos de contextos arqueológicos/forenses, além dos ossos, cabe destacar a presença dos dentes. Este tipo de vestígios é especialmente valioso nas análises, pois são partes anatômicas especialmente resistentes (peças mais mineralizadas) e possuem traços morfológicos que permitem sua identificação anatômica e taxonômica com relativa facilidade.

Nos vertebrados, os dentes geralmente apresentam a mesma estrutura interna, com esmalte, dentina e polpa. Mas em relação a atributos como raiz e coroa, vemos uma grande variedade de formas. Em primeiro lugar, a inserção dos dentes nos suportes ósseos pode variar entre: acrodonte, conectados apenas a superfície externa ou do topo das maxilas (peixes, anfíbios, reptéis); pleurodonte, inseridos apenas em parte na superfície interna (alguns reptéis); tecondonte, presença de raízes (mamíferos). Pode-se observar outro atributo, a permanência da dentição: polifiodontia, espécies que apresentam múltiplas dentações no decorrer da vida; difiodontia, espécies com duas dentações no decorrer da vida, leite e permanentes (mamíferos); monofiodontia, espécies com apenas uma dentição (edentados – tatus, preguiças).

Essas diferenças são frutos de histórias evolutivas distintas relacionadas com a alimentação. Até o surgimento do palato entre os mamíferos, separando a cavidade nasal da bucal, a mastigação era limitada pelo tempo que o indivíduo podia prender a respiração. Portanto, antes do palato, a função dos dentes era de capturar, segurar e cortar o alimento, e estas atividades não requerem dentes com formas diferenciadas. Desse modo, cada espécie apresenta uma forma de dente apenas, a homodontia.

Com o palato é possível mastigar o alimento, mas a mastigação é um processo complexo de redução do alimento e, para tanto, foram desenvolvidas formas diferentes de dentes. A heterodontia nos mamíferos resulta nos incisivos, caninos, pré-molares e molares, que apresentam grande variação no número e forma entre as espécies, em função da alimentação de cada uma.

CURIOSIDADE

Algumas tendências podem ser observadas:

- herbívoros tendem a não ter caninos e possuem molares largos, coroas planas com estrias, aumentando o poder de trituração de alimentos vegetais, como gramíneas – nos herbívoros que comem grãos, nozes e cascas, os incisivos são muito proeminentes;
- carnívoros tendem a ter redução no número de dentes molares, caninos proeminentes, as coroas são afiladas e/ou pontiagudas;
- onívoros tendem a não ter redução no número de dentes, apresentando molares com coroas com cúspides – geralmente, o aumento no tamanho de molares pode ser associado a uma maior dieta vegetal, enquanto caninos maiores podem ser associados a maior contribuição de carne.

Outra razão de variação de forma está no uso dos dentes como *display* (exibição) de atributos sexuais (presas de elefantes, caninos de javalis).

Ainda em relação aos dentes, poucas espécies apresentem formas comparáveis aos dos humanos, tanto na fauna nativa brasileira quanto na fauna doméstica. A forma dos dentes dos outros primatas (macacos, micos, saguis) é bastante distinta, seja pelo tamanho (muito menores), seja pela forma, pois são geralmente folívoros/frugívoros. Os suínos (porco) e os taassuideos (cateto, queixada), pelo tamanho e forma dos molares podem eventualmente ser confundidos com dentes humanos (apenas nos jovens, pois os porcos adultos possuem molares bem maiores que os dos humanos).

Diferenciação de espécies por meio da Tricologia Forense

Os pelos são estruturas epidérmicas queratinizadas que revestem o corpo dos mamíferos. Em geral, apresentam três camadas concêntricas: cutícula (camada externa), córtex (camada intermediária) e medula (camada interna). A área de conhecimento que se dedica ao estudo dos pelos para sua caracterização, como resultado de uma combinação dos padrões morfológicos macroscópicos e microscópicos de cutícula e medula, para obtenção de dados que permitam uma segura identificação taxonômica ou determinação da ancestralidade, é a Tricologia Forense.

Muitas vezes, os pelos são encontrados associados a restos mortais mesmo muito tempo após o óbito, ou até mesmo em fezes ou outros elementos do ambiente, tornando-se um importante elemento para diferenciação, juntamente com exames em outros tecidos corporais. Estudos sobre a caracterização da microestrutura de pelos em elementos



mastofaunísticos têm sido realizados no mundo inteiro com objetivos diversos, desde análises forenses até a elaboração de inventários ecológicos [11].

O Brasil já possui catalogado um grande número de pelos de mamíferos não humanos, a exemplo dos padrões disponíveis no *Guia de Identificação de Pelos de Mamíferos Brasileiros* [11]. Este traz subsídios significativos aos exames periciais relacionados aos crimes contra a fauna, listando, principalmente, espécies brasileiras da ordem carnívora, além de algumas espécies de mamíferos exóticos e/ou domésticos de interesse forense (p. ex., cão, gato, coelho).

O sucesso na identificação taxonômica baseada em pelos depende da qualidade da amostra tricológica obtida, da existência de bancos de dados de padrões, de informações ecológicas, como a distribuição geográfica das espécies estudadas, e da adequação da técnica laboratorial empregada.

Apesar de existirem técnicas para exames microscópicos de pelos com uso da microscopia eletrônica [12, 13], Miranda *et al.* [11] descrevem uma metodologia simples e de baixo custo, que consiste basicamente na montagem de lâminas que permitam a análise dos pelos em microscópio ótico. Nesse método, para o exame da cutícula, usa-se a impressão do padrão cuticular de pelos guarda (pelos mais longos, que representam o padrão de coloração da pelagem do animal) em uma camada de esmalte incolor sobre uma lâmina de vidro. Após a secagem do esmalte o pelo é retirado, e a impressão resultante é observada diretamente ao microscópio. Para observação da medula, os autores descrevem técnica de descoloração do pelo e sua fixação em lâmina de vidro para observação ao microscópio. A identificação da espécie é então realizada por meio de uma comparação do material questionado com os padrões constantes nos guias.

Em janeiro de 2020 foi apresentado a exame no Instituto Nacional de Criminalística um segmento de pele coletada em local de crime, contendo pelos remanescentes, com solicitação de identificação de espécie. Após exames de Tricologia Forense, foi possível identificar o material como pertencente a onça-pintada (*Panthera onca*) (Figuras 14 a 17).



Figura 14 – Imagem aproximada de segmento de pele coletado em local de crime, contendo pelos usados para exames de identificação tricológica.

FONTE: SÉRVIO TÚLIO REIS

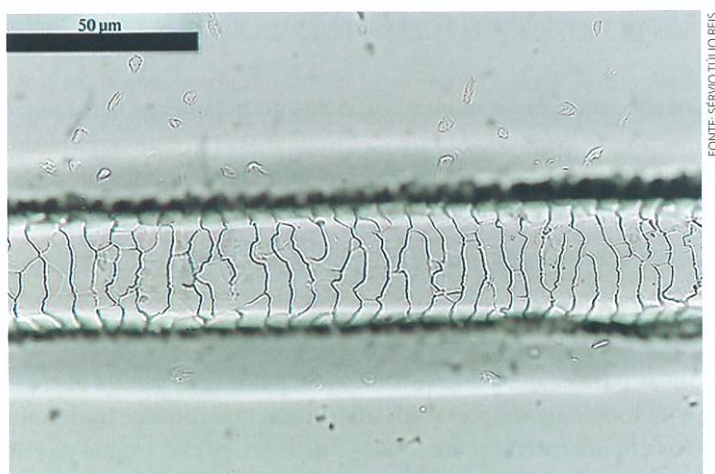


Figura 15 – Imagem da cutícula de pelo do material questionado, apresentando padrão pavimentoso ondeado transversal, compatível com *Panthera onca* (aumento de 50x).

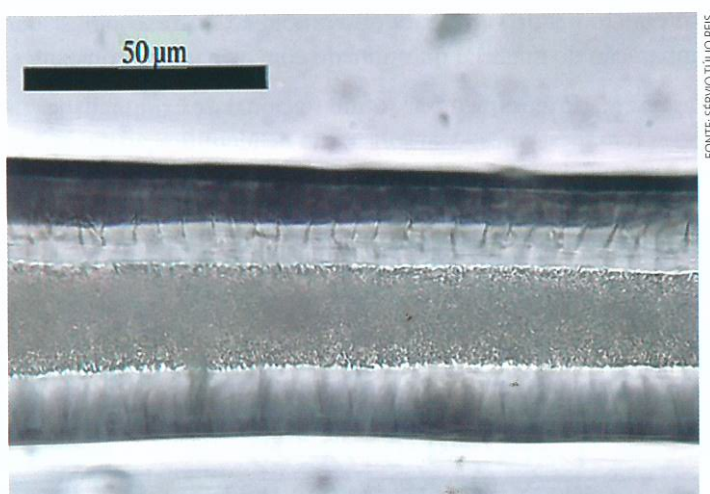


Figura 16 – Imagem da medula de pelo do material questionado, apresentando padrão trabecular fimbriado estreito, compatível com *Panthera onca* (aumento de 50x).

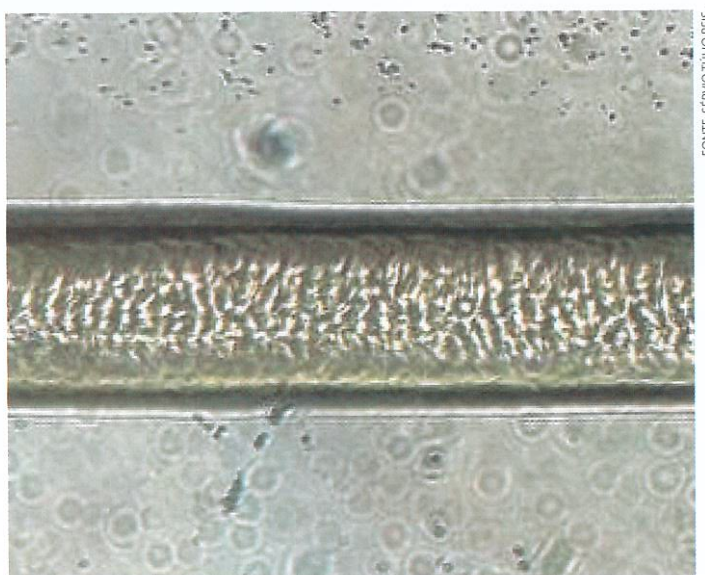


Figura 17 – Imagem da cutícula de pelo humano, apresentando padrão pavimentoso ondeado transversal (aumento de 50x).

Zoomorfologia Forense

Para a eficácia dos exames de vestígios não humanos, muitas vezes é necessário o emprego de técnicas que guardam grande similaridade com os métodos tradicionalmente consagrados pela Antropologia Forense, mas que são adaptados para o exame de restos mortais de animais. Tais adaptações correspondem ao campo de atuação da Zoomorfologia Forense.

Segundo Reis [1],

“Zoomorfologia forense é o ramo da medicina veterinária legal e das ciências biológicas que trata dos exames de restos mortais de animais em período de esqueletização, com o objetivo de responder a questões relacionadas ao perfil biológico, identificação de espécie e sexo, estimativa de porte e idade, traumatologia óssea, tafonomia, zooarqueologia forense, determinação do intervalo post-mortem [sic], pesquisa de características potencialmente individualizantes, estimativa do número mínimo de indivíduos, bem como o esclarecimento das causas e circunstâncias da morte”.

Os principais exames em Zoomorfologia Forense são apresentados na Figura 18.

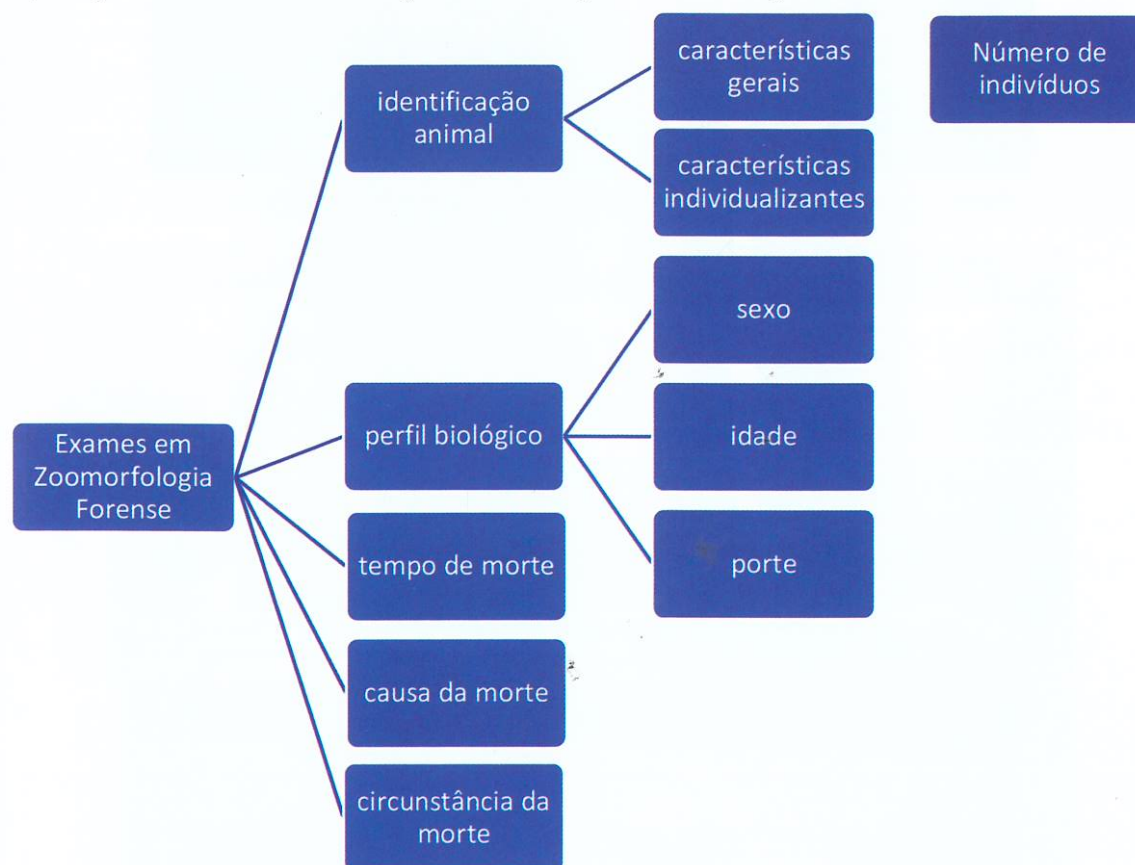


Figura 18 – Principais exames em Zoomorfologia Forense [1].

O trabalho de Zoomorfologia Forense inicia-se na perícia de local de crime, com a coleta sistemática dos vestígios de origem animal, envolvendo diversas etapas até a conclusão dos exames laboratoriais. No local de crime, deve-se realizar uma busca metódica, para que os mínimos detalhes não sejam perdidos, como pequenos fragmentos, dentes, ossos e partes de ossos. Nesse aspecto, é fundamental o emprego dos conhecimentos da Zooarqueologia Forense, notadamente em locais que assumam configuração de sítio arqueológico contendo restos mortais de animais não humanos.

Uma vez que o material chegue ao laboratório, os exames de Zoomorfologia Forense envolvem técnicas e equipamentos, muitos deles adaptados da Antropologia Forense, aliados a conhecimentos de Anatomia, Morfometria, Patologia, Tafonomia, Entomologia, Imagenologia, Tanatologia e Traumatologia, para análise de esqueletos, dentes, pelos, penas e outros restos mortais de animais, para o esclarecimento dos fatos associados à morte.

As Figuras 19 e 20 ilustram alguns exames em Zoomorfologia Forense.





FONTE: SERVÍLIO REIS.

Figura 19 – Medição da cabeça do fêmur de onça-pintada (*Panthera onca*) com uso de paquímetro.



FONTE: SERVÍLIO REIS.

Figura 20 – Medição de fêmur de onça-pintada (*Panthera onca*) com uso de tábua osteométrica para a estimativa de idade do animal.

Zooarqueologia Forense

A Zooarqueologia tradicional pode ser definida como o estudo de vestígios de animais em sítios arqueológicos. Esses vestígios podem ser tanto os ossos, dentes e carapaças quanto de outras partes duras do esqueleto ou exoesqueleto de animais, e seu estudo dá-se por um conjunto de métodos e técnicas próprias a esta subdisciplina arqueológica [14,15].

Ainda, dentro do escopo da Zooarqueologia, são estudadas e analisadas evidências de atividade e/ou presença animal no contexto arqueológico, ou seja, no contexto antrópico, como marcas nos ossos humanos (por marcas de dentes, garras, bicos, ou traços de digestão, como fezes ou “coprólitos” e pegadas).



No caso da Zooarqueologia Forense, limitaremos-nos às interações entre seres humanos e outros vertebrados, como mais pertinentes agentes (ou vítimas) dentro das circunstâncias que gerem os conjuntos de evidências, uma vez que o estudo de invertebrados no contexto forense é bem desenvolvido pelo campo da Entomologia Forense.

A primeira etapa de investigação nesse contexto é a coleta de vestígios em campo. Sempre que possível, os procedimentos devem seguir os protocolos da Arqueologia Forense (apresentados no Capítulo 8). Enfatizamos que as condições de campo raramente são adequadas para o reconhecimento do material coletado, portanto, a sua triagem deve ser deixada para a análise laboratorial (Figura 21 e 22).



FONTE: L. FIGUTI.

Figura 21 – Escavação arqueológica no Sítio Laranjal, em 2005. Na imagem, fragmentos de porco-do-mato.



FONTE: L. FIGUTI.

Figura 22 – Escavação arqueológica no Sítio Moraes, em 2001. Na imagem, exposição de dentes de bugio (colar).

Já na fase laboratorial, os espécimes, ou as evidências coletadas, devem passar por um processo de limpeza adequado às condições de conservação do vestígio. Embora de praxe que os espécimes sejam limpos com água e escovas macias, por vezes é visível que o grau de fragilidade do material não permite essa abordagem, sendo, em seguida, necessária uma abordagem mais delicada, apenas com algodão úmido ou passando um pincel fino para a retirada do sedimento mais grosso (Figura 23).



Figura 23 – Fragmentos de porco-do-mato encontrados na escavação arqueológica no Sítio Laranjal, em 2005. Na imagem, os fragmentos já em laboratório.

Eventualmente, ao final do processo de limpeza, temos uma primeira fase de reconhecimento e triagem de vestígios, conforme seu grau de preservação e sua natureza anatômica/taxonômica. Se os vestígios forem muito frágeis, isto pode requerer a aplicação de material consolidante a fim de preservar o espécime para análises mais aprofundadas. Todavia, um primeiro olhar sobre o *status* anatômico e taxonômico do espécime pode validar, ou não, a necessidade deste procedimento. Importante considerar que a aplicação de consolidantes em material ósseo humano e não humano propicia a maior preservação do material ósseo como um todo; em contrapartida, inviabiliza análises físico-químicas importantes. Portanto, a questão do custo/benefício entre preservação e análise depende dos objetivos do estudo em questão.

A próxima etapa é a de análise propriamente dita. Cada espécime será identificado a partir de seus atributos morfológicos visando a estabelecer a identidade anatômica e primeiro nível taxonômico. Se a identificação anatômica for possível, geralmente implica no reconhecimento de certos padrões morfológicos dos vestígios, o que permite um primeiro nível de identificação. Entre os vertebrados, a primeira distinção esquelética básica é entre os peixes cartilaginosos (condrictes) e os peixes ósseos (osteíctes), e os tetrápodes (anfíbios, répteis, aves e mamíferos).

O esqueleto dos peixes ósseos apresenta um conjunto apendicular simples (nadadeiras), vértebras pouco distintas, inúmeros ossos cranianos (poucos fusionados), um número variável de dentes cônicos sem raiz. Já os peixes cartilaginosos (tubarões e raias) apresentam um esqueleto composto por cartilagem, com vértebras cartilaginosas com sais de cálcio, de aparência e textura similar aos ossos e formato simples e uniforme, e seus dentes apresentam formas variadas conforme a espécie, geralmente laminares e pontiagudos. Por sua vez, os tetrápodes apresentam uma base anatômica fundamentada na presença de quatro membros para sustentação e movimentação, com diferenças ostensivas em forma e estrutura óssea: membros com dígitos especializados; vértebras distintas entre cervicais, torácicas, lombares e caudais; presença de caixa torácica robusta (costelas); redução e fusão de ossos cranianos; cinturas pélvica e escapular grandes e distintas; redução e especialização morfológica dos dentes.

Portanto, nesta etapa, é proposta uma primeira classificação entre espécimes, conforme o grau de integridade/fragmentação e a presença de características anatômicas distintas de cada espécime. Por exemplo, temos um espécime que distinguimos por meio de:

- material: dente, osso;
- fragmentação: inteiro ou fragmentado;
- classe: mamífero, ave, réptil, anfíbio, peixe ósseo, peixe cartilaginoso



Ossos inteiros são relativamente fáceis de serem classificados a partir de um conhecimento e uma experiência básica sobre anatomia comparada. Mesmo sendo os fragmentos ósseos mais difíceis de serem identificados, a partir da observação de características das partes compactas, esponjosas e das cavidades medulares, é possível distingui-los de ossos de vertebrados pelas seguintes tendências:

- ossos de mamíferos distinguem-se dos demais por serem compactos espessos, com cavidade medular e parte esponjosa expressivas;
 - aves apresentam ossos compactos finos, cavidade medular importante e presença de sacos aéreos;
 - répteis possuem ossos compactos espessos, com cavidade medular e parte esponjosa relativamente pequenas;
 - anfíbios têm ossos relativamente finos e partes articulares pouco distintas, sem traços anatômicos muito marcantes, como as epífises, devido à importante proporção de cartilagem na constituição nas articulações;
 - ossos de ambas as classes de peixes são densos com partes esponjosas ou medular quase ausentes.
- Posteriormente, é necessário o reconhecimento da peça, ou seja, a identificação da parte anatômica.

A fase subsequente é a análise de atributos morfo-anatômicos específicos de cada peça para a identificação taxonômica mais acurada, chegando à família, ao gênero e à espécie. Em geral, esta fase requer uma coleção anatômica comparada, ou, se não for possível, a partir do uso de manuais de anatomia óssea comparada [16, 17, 18].

Derivada dessa análise, devem ser estudadas, ainda, as marcas *peri mortem* ou *post mortem* apresentadas nesses espécimes. Dois tipos se sobressaem: (a) mudanças na coloração dos ossos, que podem evidenciar exposição a fogo, ou a agentes químicos e biológicos, que podem levar à fragilização ou destruição parcial dos espécimes, e (b) marcas associadas a impactos físicos sobre os espécimes, as fraturas, marcas de corte, perfurações, mastigação etc. [19]. O conjunto dos dados obtidos pode oferecer uma gama de indícios de atividades e interações humanas/animais geradoras da assembleia de vestígios.

A determinação das espécies presentes é o passo primário para estabelecimento do papel do agente faunístico nesse conjunto. As marcas nos vestígios podem auxiliar na determinação se este agente pode ser vítima de caça ilegal ou abuso, ou se participou nos processos tafonômicos sobre os vestígios humanos, seja no descarnamento ou na necrólise de ossos.

A reconstrução da ação dos agentes faunísticos nos processos tafonômicos do sítio/cena pode estabelecer a movimentação e/ou perda de partes, eventualmente auxiliar na estimativa de uma cronologia de eventos.

Considerações finais

Para o antropólogo forense, o conhecimento amplo da anatomia humana e um conhecimento simples das diferentes espécies basta para a diferenciação dos ossos humanos dos não humanos. Entretanto, a Zoomorfologia Forense, área de potencial desenvolvimento no Brasil e de suma importância para investigação de crimes ambientais, necessita de um conhecimento e capacitação mais aprofundada para atuação em investigações de outros tipos de crimes, inclusive em associação à Antropologia Forense.

Desde que repassado o elemento ósseo para o perito capacitado para identificação da espécie e de características tafonômicas, os ossos não humanos poderão servir para a interpretação da cena de crime, em inúmeros casos, possibilitando a interpretação dos vestígios em contexto mais amplo.

Questões para análise

1. Quais ramos das Ciências Forenses lidam em suas rotinas com exames de diferenciação entre restos mortais humanos e não humanos?
2. Quais os principais exames forenses que podem ser empregados para identificação de espécie quando do exame de fragmentos ósseos?
3. Ao examinar um osso encontrado em atividade de campo, um antropólogo forense verificou características morfológicas gerais compatíveis com um fêmur humano, entretanto, de dimensões menores do que o esperado para um indivíduo adulto. Nesse caso, qual a maneira mais simples de verificar se o osso pertence a um humano subadulto ou um animal adulto?
4. Qual o papel de restos mortais identificados como não humanos no processo investigativo?
5. Quão difícil é diferenciar os vestígios ósseos humanos dos não humanos?



Referências bibliográficas

- [1] REIS, S.T.J. Zoomorfologia Forense. **Medvrep: Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 4, n. 50, p. 138-141, 2020.
- [2] MULHERN, D. M. Differentiating human from non-human skeletal remains. In: BLAU, S.; UBELAKER, D. H. (eds). **Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology**. 2. ed. Londres: Routledge, 2016. p. 197-212.
- [3] CHILVARQUER, I.; KATZ, J. O.; GLASSMAN, D. M.; PRIHODA, T. J.; COTTONE, J. A. Comparative radiographic study of human and animal long bone patterns. **Journal of Forensic Sciences**, v. 32, n. 6, p. 1645-54, 1987.
- [4] JOWSEY, J. Studies of Haversian systems in man and some animals. **J. Anat.**, v. 100, p. 857-64, 1966.
- [5] MARTINIAKOVÁ, M.; GROSSKOPF, B.; OMEKA, R.; VONDRAKOVA, M.; BAUEROVA, M. Differences Among Species in Compact Bone issue Microstructure of Mammalian Skeleton: Use of a Discriminant Function Analysis for Species Identification. **Journal of Forensic Sciences**, v. 51, n. 6, p. 1235-1239, nov, 2006.
- [6] MORALES, J. P.; ROA, H. I.; ZAVANDO, D.; SUAZO, G. I. Determination of the species from skeletal remains through histomorphometric evaluation and discriminant analysis. **Int. J. Morphol.**, v. 30, n. 3, p. 1035-1041, 2012.
- [7] SAWADA, J.; NARA, T.; FUKUI J.; DODO Y.; HIRATA K. Histomorphological species identification of tiny bone fragments from a Paleolithic site in the Northern Japanese Archipelago. **Journal of Archaeological Science**, v. 46, p. 270-280, 2014.
- [8] UBELAKER, D. H. **Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation**. Washington, D.C.: Taraxacum, 1989.
- [9] SAULSMAN, B.; OXNARD, C.; FRANKLIN, D. Long bone morphometrics for human from non-human discrimination. **Forensic Science International**, v. 202, p. 110.e1-5, 2010.
- [10] UBELAKER, D. H.; LOWENSTEIN, J. M.; HOOD, D. G. Use of solid-phase double-antibody radioimmunoassay to identify species from small skeletal fragments. **Journal of Forensic Sciences**, v. 49, n. 5, p. 924-29, 2004.
- [11] MIRANDA, G. H. B.; RODRIGUES, F. H. G.; PAGLIA, A. P. **Guia de Identificação de Pelos de Mamíferos Brasileiros**. Brasília: Ciências Forenses, 2014.
- [12] CHERNOVA, O. F. Scanning Electron Microscopy of the Hair Medulla of Orangutan, Chimpanzee, and Man. **Doklady Biological Sciences**, v. 456, p. 199-202, 2014.
- [13] FARAG, M. R.; GHONIEM, M.; ABOU-HADEED, A.; DHAMA, K. Forensic Identification of some Wild Animal Hair using Light and Scanning Electron Microscopy. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 3, p. 559-568, 2015.
- [14] REITZ, E. J.; WING, E. S. **Zooarchaeology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- [15] DAVIS, S. J. M. **The archaeology of animals**. Londres: Batsford, 1987.
- [16] OLSEN, S. J. **Fish, amphibian, and reptile remains from archaeological sites**. Part I: Southeastern and Southwestern United States. In: PEABODY MUSEUM OF ARCHAEOLOGY AND ETHNOLOGY, Cambridge, MA, Harvard University, v. 56, n. 2, 1968.
- [17] OLSEN, S. J. **Osteology for the archaeologist: North American birds**. In: PEABODY MUSEUM OF ARCHAEOLOGY AND ETHNOLOGY, Cambridge, MA, Harvard University, v. 56, n. 4, 1972.
- [18] OLSEN, S. J. **Mammal remains from archaeological sites**. Southeastern and Southwestern United States. In: PEABODY MUSEUM OF ARCHAEOLOGY AND ETHNOLOGY, Cambridge, MA, Harvard University, v. 56, n. 1, 1964.
- [19] LYMAN, R. L. **Vertebrate taphonomy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [20] TOSTES, R. A.; REIS, S. T. J.; CASTILHO, V. V. **Tratado de Medicina Veterinária Legal**. Curitiba: Medvrep, p. 128, 2017.