

# USO ASSOCIADO DE TÉCNICAS GENOTÍPICAS E FENOTÍPICAS COMO PROVA NO SISTEMA LEGAL PARA COMBATER O ABATE ILEGAL DE TATU-GALINHA (*Dasyus novemcinctus*)

Mariana Medeiros Candeloro <sup>1</sup>  
Paula Battistetti Medeiros Frohlich <sup>1</sup>  
Lucas Pampana Basoli <sup>2</sup>  
Carla Battistetti Medeiros Basoli <sup>2</sup>  
Marcelo Teiji Kimura <sup>3</sup>  
Mauro Osvaldo Medeiros <sup>4</sup>

**RESUMO:** O manejo e consumo do tatu-galinha, além de crime ambiental, podem transmitir diversas doenças para os seres humanos. O objetivo desse trabalho foi o de demonstrar como a prova científica do DNA pode ser relevante e necessária na investigação referente a comercialização clandestina de carne do tatu-galinha *D. novemcinctus*, contribuindo para evitar que pessoas sejam absolvidas de forma indevida, ou, então, condenadas injustamente. A pesquisa tentou encontrar uma solução para seguinte problemática: Em um comércio de carnes, além das costumeiras carnes in natura de bovinos, suínos, caprinos e aves domésticas, os vendedores informaram comercializar apenas carnes de capivara e de jacaré como produtos da fauna silvestre. Alegavam aos fiscais que as carnes de todos os animais silvestres ali comercializados eram oriundas de cativeiro legalizado no IBAMA e que a loja está fazendo seu papel em defesa da natureza. Contudo, os fiscais encontraram nos arredores da loja comercial, restos mortais de carapaças e suspeitaram de comércio ilegal de carne in natura de tatu-galinha. Para o esclarecimento da questão, os restos mortais da carapaça foram coletadas para a produção da prova material, juntamente com pequenas amostras das carnes in natura oferecidas para venda, para traçar o perfil genético, com o intuito de descobrir se alguma das amostras carnes in natura que estavam sendo comercializadas estariam associadas aos restos mortais da carapaça de tatu, para poderem elaborar um termo de notificação e apoiar a queixa de comércio ilegal de animais silvestres, previstos na Lei de Crimes Ambientais nº 9605/98 e na posterior regulamentação, o decreto nº 3179/99. Concluiu-se que uma das amostras de carne in natura que estavam sendo comercializados, pertenciam aos restos mortais de abate ilegal de tatu-galinha *D. novemcinctus*, configurando captura feita de forma ilegal no seu habitat natural, delito previsto no artigo 29, § 1º, inciso III, da lei nº 9605/98.

**Palavras-Chave:** A prova no Processo Penal. Material genético como meio de prova. Técnicas de DNA

## ASSOCIATED USE OF GENOTYPIC AND PHENOTYPIC TECHNIQUES AS PROOF IN THE LEGAL SYSTEM TO COMBAT ILLEGAL SLAUGHTERING OF TATU-GALINHA (*Dasyus novemcinctus*)

**ABSTRACT:** The management and consumption of the armadillo, in addition to environmental crime, can transmit various diseases to humans. The objective of this work was to demonstrate how the scientific evidence of DNA can be relevant and necessary in the investigation regarding the illegal commercialization of meat of the armadillo *D. novemcinctus*, contributing to prevent people from being improperly acquitted, or else unjustly condemned. The research tried to find a solution to the following problem: In a meat trade, in addition to the usual fresh meat of cattle, pigs, goats and poultry, the sellers reported selling only capybara and alligator meat as products of wild fauna. They alleged to the inspectors that the meat of all wild animals sold there came from captivity legalized at IBAMA and that the store is playing its role in defense of nature. However, the inspectors found in the vicinity of the commercial store, remains of shells and suspected illegal trade in fresh meat of chicken armadillos. To clarify the issue, the remains of the carapace were collected for the production of material evidence, together with small samples of the fresh meat offered for sale, to trace the genetic profile, in order to find out if any of the fresh meat samples that were being marketed would be associated with the remains of the armadillo shell, in order to be able to prepare a notification term and support the complaint of illegal trade in wild animals, provided for in the Environmental Crimes Law No. 9605/98 and in the subsequent regulation, the decree no. 3179/99. It was concluded that one of the samples of meat in natura that were being commercialized, belonged to the remains of illegal slaughter of armadillo *D. novemcinctus*, configuring capture made in an illegal way in its natural habitat, offense foreseen in article 29, § 1, item III, of Law No. 9605/98.

<sup>1</sup>Advogadas: marianamcandeloro@outlook.com; paulabattistetti@advocaciamb.com.br

<sup>2</sup>Defensor publico: lucasbasoli@gmail.com; carlabame@hotmail.com

<sup>3</sup>Biólogo/UFMT/CUR/UFMT - Rondonópolis, MT., marcelokimura99@gmail.com,

<sup>4</sup>Professor Associado do Dep. Biologia ICEN/CUR/UFMT: mauroosvaldo@bol.com.br

## INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar da importância e do respaldo jurídico para proteção da fauna, estas estão sendo aos poucos dizimadas, encontrando-se várias espécies ameaçadas de extinção. Segundo Mendes (2012), o comércio de animais silvestres está associado a problemas culturais, educacionais, pobreza e falta de opções econômicas. Neste sentido, supõe-se que há uma cadeia social envolvendo o comércio de animais silvestres em todo o país; ligado a fornecedores, intermediários e consumidores.

Assim, o direito ambiental é de suma importância para preservação e conservação do equilíbrio ecológico, possuindo para isso a aplicabilidade de normas penais, que possui como objetivo inibir a destruição e ocorrência de ilícitos contra a biodiversidade existente. Porém, quando se trata de punições, depara-se com a branda aplicabilidade das normas, e muitas das vezes não tipificada no ordenamento jurídico, não cumprindo o papel fundamental que é a inibir e coibir a prática desses atos delituosos contra a fauna.

No âmbito do processo penal, as inovações interferem, prioritariamente, na investigação criminal, aprimorando e sofisticando as perícias, por exemplo, tornando-as mais específicas e conclusivas, bem como, aperfeiçoando as técnicas de investigação e os métodos de operacionalização. Afirma-se que a necessidade de provar teve origem na antiguidade, onde, na pré-história existiam diversas formas de prova, tais como: a confissão, o juramento, o testemunho para se obter os esclarecimentos acerca de um fato, dentre outros.

Nessa atividade, os Peritos Criminais da área de meio ambiente prestam relevante contribuição ao analisarem os vestígios dos crimes ambientais para a produção da prova material, auxiliando, assim, na responsabilização dos autores.

Assim, o estudo de perícia genética tornou-se relevante para a investigação criminal, tendo em vista a robustez da molécula do DNA, uma vez que o ácido desoxirribonucleico, no decorrer da história evolutiva dos seres vivos, foi se moldando como uma molécula de caráter informacional com baixíssima reatividade química e com grande resistência à degradação, à passagem de tempo e às agressões ambientais frequentemente encontradas em cenas de crimes, razão pela qual é vista como fonte ideal de identificação (BITTENCOURT, 2016).

A prova científica é ou não admissível em casos criminais se estiver apta a provar ou refutar um fato que, considerando a lei aplicável, poderia ter importância no resultado do caso, se a informação se originou de procedimentos cientificamente aceitáveis e se a potencialidade para preconceito injusto ou o tempo necessário superarem substancialmente o valor probatório da informação.

A captura ilegal de animais silvestres é comum em diversas regiões do Brasil, conforme se pode verificar nos estudos de (MOURÃO 2000; TRAVASSOS 2011; EL BIZRI et al., 2015; FROHLICH et al., 2020). Entretanto, a prática da caça da fauna silvestre é proibida no território brasileiro, segundo a Lei de Proteção à Fauna nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, estando prevista em seu art. 3º a proibição da comercialização das espécies da fauna silvestre, de produtos e objetos provenientes dessas atividades (BRASIL 1967).

O tatu-galinha vem sofrendo uma drástica redução em sua população. Parte disso vem pela ação predatória de caçadores devido a carne deste animal ser muito apreciada em várias regiões do Brasil. Com os desmatamentos e queimadas que tem ocorrido em grande escala, estes animais vêm sendo ameaçados e cada vez estão mais difícil de encontrá-los.

No âmbito do processo penal, embora não se tenham muitas informações publicadas sobre o assunto, o critério biológico centrado na determinação da semelhança genética, a utilização do exame de DNA, aprimoraram as perícias, permitindo certeza científica em função do grau de precisão oferecido pelas técnicas. Por estas razões, o objetivo desse trabalho foi o de demonstrar como a prova científica do DNA pode ser relevante e necessária na investigação referente a comercialização clandestina de carne do tatu-galinha *D.*

*novemcinctus*, contribuindo para evitar que pessoas sejam absolvidas de forma indevida, ou, então, condenadas injustamente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teve o intuito de gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problema específico que permitem compreender a utilização do perfil genético como meio de prova de identificação criminal. Do ponto de vista de seus objetivos é tida como descritiva, comparativa e exploratória, pois, visa relacionar as características fenotípicas e genotípicas de restos mortais de carapaças de tatu-galinha *D. novemcinctus* (Figura 1) a comercialização clandestina de sua carne e subprodutos e o estabelecimento de relações entre variáveis genotípicas.

**Figura 2. Exemplar adulto do tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*).**



Existem 11 espécies de tatus no Brasil, sendo que o *D. novemcinctus* é o que possui a maior distribuição entre todos os tatus no mundo. Além de ser identificado em todas as regiões e biomas do Brasil (Figura 2), o tatu-galinha é encontrado desde o Sul dos Estados Unidos até uma porção mais ao norte da Argentina e Uruguai Abba & Superina (2010), e também em locais degradados e/ou urbanizados Silva et al. (2015).

Apresenta o corpo recoberto por uma armadura articulada (carapaça), formada por placas ósseas que estão aderidas a pele. É considerado onívoro, se alimenta de insetos como formigas e cupins, além de outros invertebrados, raízes, folhas e vegetais. Possuem uma grande importância ecológica, pois fazem o controle de formigas e cupins, mantendo o equilíbrio dessas populações. Durante o dia ficam nas tocas descansando e à noite saem em busca de alimentação. As fêmeas podem parir de dois a seis filhotes, que são cuidados pela mãe até um ano de idade, quando se separam para buscar parceiros para reproduzirem novamente. E as principais ameaças identificadas a esta espécie são os incêndios,

desmatamento, aumento da matriz rodoviária, caça e atropelamento, entretanto, devido a sua ampla distribuição é avaliada como Menos Preocupante (LC) (SILVA et al, 2015).



**Figura2. Georreferenciamento de *Dasyus novemcinctus*. Obtido no website rede speciesLink.**

Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa por levantamento, porque envolve a realização de uma revisão bibliográfica conforme Gil (2009) e Minayo (1992), sobre as principais aplicações do DNA na produção de provas periciais, utilizando-se de livros, artigos de revistas e trabalhos de pós-graduação.

Historicamente, os tatus sempre foram muito caçados pelas populações humanas para o consumo de sua carne. Além disso, algumas comunidades acreditam que suas carapaças têm função medicinal, extraíndo-as para a manufatura de remédios. O fato é que os tatus exercem uma importante função ecológica na ciclagem de nutrientes, ao revolverem o solo com suas escavações, sendo assim, retirar os tatus causaria um grande problema ecológico devido à diminuição na absorção de nutrientes pelo solo.

Apesar do tatu ser um animal silvestre e, muito embora o acesso à sua carne in natura seja quase sempre por meio da caça ilegal, é possível criar em cativeiro, desde que tenha autorização do órgão ambiental responsável pela região; ou comprar de outros criadores com a atividade registrada. É ilegal adquirir um tatu sem a permissão do órgão, por isso é imprescindível se atentar a isto. Para exercer a atividade, é preciso solicitar autorização ao órgão estadual responsável pela gestão da fauna local. Sem registro, manter animais silvestres confinados é considerado crime ambiental.

A criação em cativeiro pode ser destinada para a conservação de espécies ameaçadas ou extintas em seu ambiente natural, bem como a produção comercial destinada à comercialização de produtos, subprodutos e animais vivos (OJASTI, 2000).

Dessa forma, segundo Baia Jr. (2006), os criadouros comerciais conservacionistas são

regulamentados pela Portaria 118/97 e têm como finalidade a criação de animais da fauna silvestre com objetivo de obtenção de renda através da comercialização, seja do próprio tatu ou de seus produtos ou subprodutos. Contudo, apesar de ser um negócio lucrativo e de grande relevância para a conservação ambiental, o manejo e a criação de animais silvestres e a comercialização de seus produtos esbarram em diversas dificuldades: burocracia, falta de recursos, estrutura (abatedouros, câmaras frias, etc.), entre outras (GIANONNI, 2000; ROCHA, 2001).

Assim, esta pesquisa tentou encontrar uma solução com efeitos didáticos para seguinte problemática: Em um comércio de carnes, além das costumeiras carnes in natura de bovinos, suínos, caprinos e aves domésticas, os vendedores informaram comercializar apenas carnes de capivara e de jacaré como produtos da fauna silvestre. Alegavam aos fiscais que as carnes de todos os animais silvestres ali comercializados eram oriundas de cativeiro legalizado no IBAMA e que a loja está fazendo seu papel em defesa da natureza. Contudo, os fiscais encontraram nos arredores da loja comercial, restos mortais de carapaças e suspeitaram de comércio ilegal de carne in natura de tatu-galinha.

Nesse sentido, e para o esclarecimento da questão, os restos mortais da carapaça foram coletadas para a produção da prova material, juntamente com pequenas amostras das carnes in natura oferecidas para venda, para traçar o perfil genético e auxiliar na responsabilização dos autores. E assim, foi pedido ao Laboratório que realizasse um teste por meio de DNA (Figura 1), com o intuito de descobrir se uma das amostras de carnes in natura que estavam sendo comercializadas estaria associada aos restos mortais da carapaça de tatu, para poderem elaborar um termo de notificação e apoiar a queixa de comércio ilegal de animais silvestres, previstos na Lei de Crimes Ambientais nº 9605/98 e na posterior regulamentação, o decreto nº 3179/99.

Para constatar a veracidade das informações, como preveem os artigos 158 e 159 do CPP, em combinação com o artigo 79 da Lei nº 9605/98, foram aplicadas técnicas de análise de identificação baseadas no DNA, comparando o perfil genético das várias amostras das espécies de carnes in natura encontradas, com o perfil genético dos restos mortais das carapaças encontradas, identificando-os através da criação de genótipos, bem como de modo a vincular os genótipos de cada espécie de carne in natura ao genótipo dos restos mortais da carapaça (Figura 1 e Tabela 1).

Na identificação das várias espécies de carne (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5) e dos restos da carapaça (EV), foram considerados os genes alelos relativos as faixas padrão de números 1 a 15 (Figura 1). E para o reconhecimento da associação dos restos da carapaça (EV) em relação as espécies de carne (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5), foi considerado a combinação horizontal de alinhamentos das sequências das faixas numeradas entre 1 a 15 identificadas na sequência da carapaça e, associada as sequências encontradas nas amostras (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5), como esta apresentado na Figura 1 e Tabela 1.

No caso, a avaliação estatística e o cálculo do índice de identificação foram baseados em um único parâmetro: foram verificados a proporção x de bandas de 1 a 15 que são compartilhadas entre os perfis genéticos previamente obtidos dos restos mortais (EV) com as espécies de carne a venda (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5). O índice final de compartilhamento de bandas será o mesmo quando calculado para os pares carapaça e espécie de carne. No caso em análise, se uma única banda das espécies de carne (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5), não existir no suposto perfil genético dos restos mortais da carapaça (EV), denota-se neste caso exclusão da origem, após a realização de uma nova análise.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No domínio da prova reside a maior dificuldade das ações de investigação criminal. Inobstante a autonomia proporcionada pelo Código de Processo Civil ao Juiz no campo probatório, o problema colocado ao julgador, reside no seguinte ponto: como demonstrar o relacionamento comercial e a necessária relação de causa e efeito entre esse fato e o abate ilegal do tatu galinha.

O tema da prova da identificação ganha relevo, seja por causa do advento no campo da genética do exame de determinação de identificação pelo método do DNA, seja pela crescente preocupação do legislador e dos tribunais com os direitos dos animais e do meio ambiente referidos nos termos do artigo 23, incisos I e VII e do artigo 225, § 1º, inciso VII da Constituição Federal. Prova documental, testemunhal e depoimento pessoal são quase sempre impossíveis, ou de difícil constatação da verdade dos fatos. No campo pericial, o desenvolvimento científico facilita a busca da verdade real não mais fictícia. Com esta prova, passamos da filiação jurídica, que derivou da presunção *iuris tantum* do Código Civil, para a identificação biológica trazida pela precisão científica do exame pericial do DNA.

Cabe destacar que, qualquer espécie de fraude se enquadra em crime, seja de forma direta ou indireta. Se a infração penal for praticada por criadores comerciais, que vendem tatus como nascidos em cativeiro, mas que não condizem com essa origem comprovada, a única maneira de resolver efetivamente o problema é através de testes genéticos. Portanto, o uso de marcadores moleculares baseados em DNA é uma das estratégias aplicadas nas atividades forenses no Brasil (BONACCORSO, 2001; 2010; CROCE & CROCE Jr., 2009; CAVALCANTE & QUEIROZ, 2013).

Dos autos lavrados para espécie tatu-galinha *D. novemcinctus*, poucas informações podem ser obtidas, pois são de forma genérica, demonstrando o despreparo dos fiscais na hora do registro da ocorrência, não sendo na maioria das vezes, possível chegar-se a nenhuma conclusão apenas com as informações supracitadas. Observando-se que estas informações poderão se tornar frágeis e inexatas, acabando por prejudicar a aplicação do direito ao caso concreto, frente àquela proveniente de um minucioso estudo técnico científico que se projeta no meio material por intermédio de um laudo pericial.

SANTOS (1952) salientou que no sentido comum, prova significa verificação, inspeção, exame, confirmação, reconhecimento por experiência, experimentação, revisão, comprovação, confronto, e, menciona ainda, que este vocábulo é usado para indicar tudo àquilo que pode nos convencer de um fato, das qualidades boas ou más de uma coisa, da exatidão de uma coisa.

Para Simas Filho (1996) apud *Frohlich et al.* (2020) a prova é a demonstração da verdade dos fatos, pertinentes e controvertidos, em que se fundamenta a ação ou a resposta. Prova não é meio; é resultado. Assim, de acordo com o contexto fiscalizatório de combate ao comércio de caça ilegal de espécies silvestres, técnicas e ferramentas que permitam aumentar a eficiência do combate a este tipo de atividade criminosa, tais como técnicas moleculares para identificação, devem ser difundidas e aprimoradas por meio de novos estudos de filogenia, tornando seu uso mais frequente no Brasil.

Dentre as técnicas moleculares mais utilizadas neste sentido estão a eletroforese em gel de campo pulsado (PFGE) e o multilocus sequence typing (MLST), que são capazes respectivamente de associar corretamente os genes de uma pequena amostra de líquido corporal ou tecido a sua origem genética. Pesquisas nesta área possuem uma alta aplicabilidade prática, uma vez que a utilização de técnicas moleculares auxilia na identificação da origem da fraude e suas possíveis rotas.

Portanto, no caso de acusação de crime de comércio de caça ilegal e venda de carne in natura de tatu-galinha, espécie da fauna silvestre, o teste de DNA, permitirá a aplicação da legislação processual penal, como preveem os artigos 158 (“Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado”) e 159 (“O exame de corpo de delito e outras perícias serão realizados por perito oficial, portador de diploma de curso superior”) do Código de Processo Penal, em combinação com o artigo 79 da Lei nº 9605/98, cruzando as informações genéticas de DNA das amostras das carnes in natura que estão sendo comercializadas (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5) com aquela encontrada no DNA dos supostos restos mortais do tatu-galinha, (evidencia EV) indicados na Figura 2 e Tabela 1.

É importante ter em mente que as carnes in natura, amostras (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5) possuem um perfil genético individual. Nesse sentido, a eletroforese tem sido cada vez mais

utilizada na rotina laboratorial por fornecer informações úteis sobre cada espécie de animal (MCPHERSON, 2011). Além de auxiliar colaborando na detecção de adulteração e fraudes (SOUZA et al., 2000; 2005; EGITO et al., 2006; LEITE & NICOLAU, 2006; DAGUER et al., 2010; GRANZIERA, 2014).

A Figura 1, mostra, respectivamente, a identidade genética, das espécies de carne in natura comercializada e dos restos mortais do tatu (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5 e EV). Do lado esquerdo onde observa-se uma régua numerada de 1 a 15, estão representados os genes alelos, relativos ao patrimônio hereditário, que busca esclarecer a associação dos genes entre as espécies de carne (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5) e os restos morais do tatu (evidencia EV) critério determinante na classificação de grau de similaridade.

O considerado restos mortais do tatu, evidencia (EV) foi identificado pelos genes alelos relativos as faixas de números 2/9/12/14 e as supostas espécies de carnes, respectivamente, pelos genes alelos relativos as faixas de números (A1) 1/8/10/13, (A2) 3/5/11/15, (A3) 2/9/12/14, (A4) 3/4/5/15 e (A5) 6/7/8/13.

O grau de similaridade das amostras (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5) em relação aos restos mortais do tatu (evidencia EV) foi determinado comparando-se individualmente a formula genotípica da evidencia (EV) com cada uma formulas genotípicas expressas pelas amostras (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5).

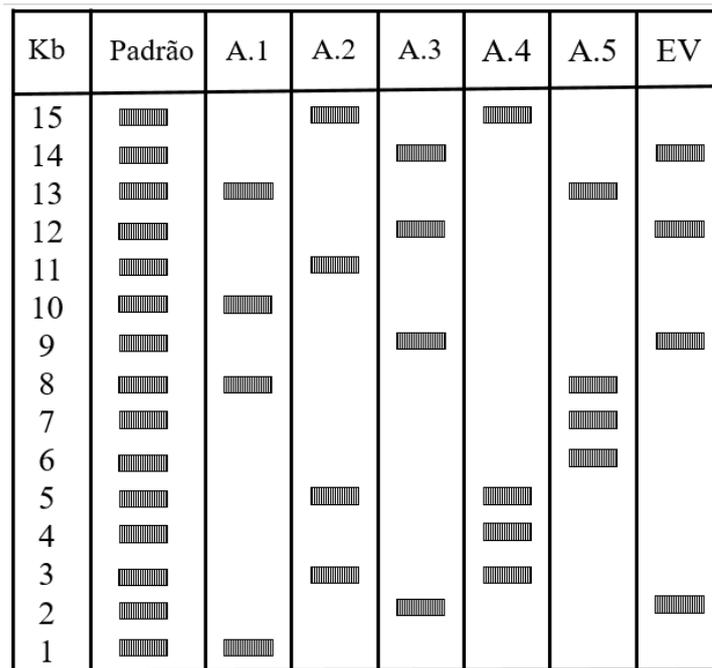
Para o reconhecimento da existência de uma associação biológica entre a formula genotípica da evidencia (EV) e das amostras de carne (A.1, A.2, A.3 A.4, A.5), foram consideradas as intersecções dos alinhamentos, relativos aos genes com as faixas de mesmos números na coluna vertical numeradas de 1 a 15, com as linhas horizontais de mesmo número. Essas faixas de intersecção podem ser interpretadas como sendo a existência de “uma impressão digital molecular”.

Conceitualmente Buttler (2005; 2010); Alberts et al. (2010) destacam que as várias combinações das bases: adenina, timina, guanina e citosina, produzem as diferenças biológicas entre as espécies, sendo que tais informações genéticas são passadas de uma geração para a outra, no momento da concepção.

Assim, seguindo o raciocínio de Buttler (2005; 2010), Alberts et al. (2010) foi possível comparar as informações do material genético da amostra (A3) 2/9/12/14 com o da evidencia (EV) 2/9/12/14 (Figura 3). Assim, verificou-se que as duas amostras possuem a mesma formula genotípica. Portanto, a amostra (A3) é vinculada aos restos mortais do tatu (EV) pela semelhança dos genes relativos as faixas de números 2/9/12/14.

Feitas essas considerações, e sabendo que a amostra de carne in natura (A3) tem na sua formula genotípica informações que ligam, a ambos os genes dos restos mortais do tatu (Figura 1), o entendimento que prevaleceu é o de que do ponto de vista de semelhança genética, os exames de DNA produzidos no curso da demanda comprovaram que a amostra (A3) superou em afinidade biológica de graus de semelhança natural, índice de 100,0% de probabilidade positiva de mesma origem biológica dos restos mortais de tatu encontrados (Tabela 1).

Por outro lado na Figura 1, quando relaciona-se as intersecções de alinhamentos, relativas as faixas com os mesmos números na coluna vertical numeradas de 1 a 15, com as linhas horizontais de mesmo número, visualizados nos patrimônios hereditários das amostras (A1) 1/8/10/13, (A2) 3/5/11/15, (A4) 3/4/5/15 e (A5) 6/7/8/13, é possível verificar que não existe, nenhuma ligação biológica identificada com a evidencia (EV), sendo que a perícia efetuada revelou índice de 0,0% de probabilidade negativa de graus de semelhança natural entre elas (Tabela 1).



**FIGURA 3. Mapa de localização dos genes alelos relativos as amostras (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5 e EV). Faixas numeradas e marcadas em preto (alelos) são associadas ao conjunto de características hereditárias ou padrões fenotípicos. (Fonte: Os autores, 2020).**

Na Tabela 01, pode-se visualizar a identificação genotípica de cada amostra e o compartilhamento de genes relacionados aos restos mortais do tatu, evidência (EV). Observa-se também os percentuais da comparação dos genes de cada amostra (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5) que que podem estar associadas aos restos mortais do tatu (EV).

A determinação da semelhança genética dependeu de um levantamento no conjunto dos genes que aparecem nas formulas genotípicas das amostras (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5 e EV). Isso permitirá ao perito saber se uma amostra é ou não semelhante a outra. Esse levantamento foi feito na forma de uma representação gráfica denominada perfil eletroforético (Figura 1). Dessa forma, como em um “quebra-cabeças”, o conjunto de genes relacionados a formula genotípica de cada amostra vão sendo descobertos. Os reconhecimentos dos genótipos de cada uma das amostras (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5 e EV) foram indicados através de números (Tabela 1).

Quando uma das amostras (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5) manifestou uma combinação de genes semelhante em 100,0% ao dos genes da evidência (EV), conseguimos determinar que essa amostra tem uma relação biológica, que as ligam como se fossem “uma impressão digital” (Tabela 1).

Cabe destacar, que na literatura Pierce, (2004); Snustad & Simmons, (2008); Griffiths et al. (2009); SÁ (2009); Amabis, (2013); Candeloro et al. (2019 e 2020); Frohlich et al. (2020), citam que nesse panorama, os genes específicos que estão presentes nas formulas genotípicas das amostras (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5), obrigatoriamente deve constar na amostra do auto de infração (evidência EV). Argumentos esses, que não foram verificados nos casos das amostras (A.1, A.2, A.4, A.5) em estudo, os quais, possuem 0,0% em ligação de grau de semelhança genética com os restos mortais do tatu (Tabela 1). Assim, a alegação de que todos as espécies de carne eram de origem em cativeiro, autorizados pelo IBAMA, são consideradas inválidas e, portanto, nos faz ponderar quanto ao cumprimento das normas de criação de animais da fauna silvestre em cativeiro sem a devida permissão da autoridade competente, configurando o delito previsto no artigo 29, § 1º, inciso III da Lei de Crimes Ambientais nº

9605/98 e na posterior regulamentação, o decreto nº 3179/99 que penaliza as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

**TABELA1. Comparação genotípica das amostras de carnes in natura (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5) com os restos mortais do tatu-galinha *Dasypus novemcinctus* (evidencia EV) para verificação e confirmação de atividades de contravenção, a caça e o comércio ilegal de animais silvestres.**

Variáveis	Identificação genotípica	Genes compartilhados (EV)	(%)
Amostra (A.1)	1/8/10/13	Nenhum	0,0 %
Amostra (A.2)	3/5/11/15	Nenhum	0,0 %
Amostra (A.3)	2/9/12/14	2/9/12/14	100,0 %
Amostra (A.4)	3/4/5/15	Nenhum	0,0 %
Amostra (A.5)	6/7/8/13	Nenhum	0,0 %
Evidencia (EV)	2/9/12/14	■■■■■	■■■■■

Apesar das amplas áreas de habitat que o tatu-galinha *D. novemcinctus* se adaptou (Figura 2), constatou-se pelas bibliografias consultadas que essa espécie é tida como uma das mais difíceis de se encontrar e a mais requisitada para fins gastronômicos. Tal situação de escassez é preocupante para o futuro dessa espécie devido à super exploração que a mesma vem sofrendo.

Através da bibliografia consultada, notou-se que a caça e o comércio ilegal de tatu-galinha são bastante lucrativo seja na utilização de sua carne como fonte de alimento (Figura 3), seja no uso de partes e de sua pele para diversas finalidades, como atividades culturais, artesanatos, vestuário, ferramentas e para uso medicinal, crendices e superstições religiosas. Essa atividade é devastadora para qualquer tipo de espécie seja ela endêmica rara ou não, acarretando na perda ou alteração do habitat levando ainda mais à escassez das espécies e sua consequente extinção.

De acordo com a RENCTAS (2001), “o comércio ilegal pode ser economicamente devastador, pois movimenta uma quantia incalculável na economia ilegal do país, sem deixar parcela alguma para os cofres públicos” (Figura 3). E também, observou-se que, desde a origem até o destino final desse comércio ilegal, existem condições de alto risco de surgimento e transmissão de patógenos zoonóticos, doenças que podem passar dos animais para pessoas. Nesses comércios, animais domésticos e silvestres são misturados (Figura 3) e tem contato frequente com os fluidos corporais como sangue, urina e fezes, aumentando o potencial de transmissão dos agentes causadores de doenças, como aconteceu no mercado de animais vivos em Wuhan, China, onde acredita-se que a transmissão de um novo coronavírus (SARS-CoV-2) deu origem à doença conhecida como COVID-19.

As oportunidades de transmissão aumentam à medida que aumenta o contato das pessoas com animais silvestres, principalmente devido a perturbações na dinâmica natural dos ecossistemas causadas pelo homem, ou quando esses animais são retirados de seu habitat natural para outro ambiente para serem comercializados. Essas alterações reduzem as barreiras naturais entre humanos e animais, criando condições favoráveis à propagação de zoonoses (Figura 3).



**Figura 3. Carnes de animais silvestres oferecidas comercialmente de forma ilegal.**

O conjunto de normas para criar-se tatus em cativeiro está especificado na portaria 117/97, indicando em sua maioria que a autorização do IBAMA se faz necessária em todas as etapas de uma criação. Os diplomas legais que normatizam a criação de animais são: Portaria 117/97 do IBAMA que regula a comercialização de animais silvestres; Portaria 118N/97 do IBAMA que regula a criação de animais silvestres; Portaria 102/98 do IBAMA que regula a criação de animais silvestres. Quando o produtor comercializar seus animais, estes devem possuir sua marca. Nas embalagens deve constar o número de inscrição junto ao órgão ambiental.

A conduta de comercializar animais, consistente nos atos de intermediação entre produtor e consumidor, abrangidas a venda e a exposição de animais, fere o disposto na legislação em vigor. Mesmo que a origem do animal seja lícita, quem expõe esse animal à venda sem autorização do órgão ambiental comete infração. Nessa questão, ainda que o comerciante tivesse a pertinente permissão, o exercício da atividade ter-se-ia dado em desacordo com a autorização obtida, o que contraria a legislação, caracterizando-se infração administrativo-ambiental do art. 70 da Lei nº 9.605/98 c/c art. 11 do Decreto nº 3.179/99.

A exploração comercial da fauna silvestre tornou-se uma atividade ilegal no Brasil com a Lei de Proteção à Fauna. (Lei nº 5.197, de 3 de fevereiro de 1967). De acordo com esta lei, a caça foi proibida até mesmo para as populações humanas que dependiam da fauna para se alimentar. Somente em 1998, a caça de subsistência foi reconhecida com a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998), desde que “em estado de necessidade para saciar a fome do agente ou de sua família”. No entanto, esta lei não condiz com muitas realidades, onde o escambo dos produtos da caça por gêneros de primeira necessidade é caracterizado como caça comercial sendo, portanto, considerado ilegal (CAUGHLEY & GUNN, 1996).

Segundo Wildlife Crime (2014) “o termo ‘forense’ refere-se ao uso da ciência ou tecnologia na investigação e estabelecimento de fatos ou provas em um tribunal de direito e leis, que determinam onde aplicar esta técnica a determinadas espécies de animais”. Fundado em 2008, essa organização desvendou uma série de crimes contra animais silvestres através da análise de DNA e datação por rádio carbono. Essas técnicas possibilitam determinar as origens e as idades como de chifre de rinoceronte, dos marfins de elefantes, taxidermia exame de aves de rapinas montadas para averiguar a causa da morte. A inclusão desses tipos de

tecnologias pode ser interessante, para tornar vantajosas as práticas conservacionistas, já que muitas vezes o comércio ilegal é um ato que surge através de cidadãos, com conhecimentos populares e a ciência possibilita maiores chances para este fim.

Carrera (2004) e Saab (2006) relataram que a lei nº 9.605/98, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, foi considerada, na época, um importante avanço na defesa e proteção do meio ambiente brasileiro. Entretanto, acredita-se que esta lei ainda deixe falhas uma vez que não apresenta muita eficácia no combate ao tráfico de animais.

O art. 225, caput, da Magna Carta assegura o interesse difuso ao meio ambiente, estabelecendo concepções fundamentais sobre o Direito Ambiental, pois indica o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e dispõe a natureza jurídica dos bens ambientais como de uso comum do povo e impõe tanto ao poder Público quanto à coletividade o dever de defender e preservar os bens ambientais para as presentes e futuras gerações.

Dentro da estrutura processual, o processo penal constitui o instrumento legal que permite a aplicação justa das normas sancionadoras. Consiste, pois, na ferramenta de regulação dos conflitos sociais, no âmbito da legalidade penal, que objetiva o respeito aos diversos direitos e garantias inerentes ao cidadão, ao passo que estabelece uma punição proporcional e razoável, em relação à prática delituosa caracterizada e os pressupostos constitucionais do Estado Democrático de Direito que buscam a valoração da dignidade humana (NUCCI, 2013).

Por se tratarem de atividades de contravenção, a caça e o tráfico de animais silvestres tem seu embasamento penal descrito no Art. 29 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, sendo conhecida como Lei de Crimes Ambientais, onde “considera-se crime matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização” (BRASIL, 1998). Deste mesmo artigo ressalta-se ainda que não é permitido a nenhum cidadão adquirir ou capturar da natureza, animais da fauna silvestre brasileira com o objetivo de serem mantidos em cativeiros caracterizando animais de estimação, com exceção daqueles adquiridos de forma legal a partir de criatórios conservacionistas ou com autorização do órgão ambiental responsável (LIMA, 2007).

Na atualidade, poucos são as pesquisas que visam as áreas e as espécies mais afetadas pelas atividades ilegais, como a caça e o tráfico, sendo esses os dados que baseiam as políticas de conservação da fauna silvestre (CHAGAS et al., 2015). A maioria dos estudos a respeito da caça e do tráfico no Brasil tratam do aspecto etnozoológico, onde são realizadas entrevistas com moradores de comunidades locais a fim de estabelecer os padrões de caça (ALVES & ROSA, 2010; BARBOSA; NÓBREGA; ALVES, 2011; FERREIRA et al., 2013). Como consequência dessa falta de informação governo e população acabam ignorando ou postergando as ações de conservação necessárias para a proteção das espécies. Outra seqüela sobre caça é o que muitos autores, desde Redford (1997), definem como a síndrome da floresta vazia, levando a ruptura de interações ecológicas (CHIARELLO, 2000; CULLEN JR. et al, 2000; TREVES et al, 2003).

A retirada de uma espécie de seu habitat natural sem nenhum controle, como ocorre no caso do comércio ilegal, gera consequências para a perpetuação e sobrevivência dos integrantes da mesma espécie e também para todo ecossistema do qual ela fazia parte.

Assim, por exemplo, a retirada da natureza de tatus-galinhas mais privilegiados é altamente nociva, já que impede a transmissão de genes superiores, propiciando uma redução na qualidade genética da espécie. Outro exemplo que pode ser dado é a captura de tatu-galinha para colocá-lo em cativeiro. Para se ter um tatu-galinha em cativeiro, muitos são mortos durante a captura e comercialização e esse espécime cativo é excluído do processo de reprodução natural, portanto sem possibilidade de deixar descendentes.

É importante registrar que as espécies não evoluíram independentes, mas possuem relações intra e interespecíficas com o meio físico-químico. Essas relações, muitas vezes por nós não compreendidas e até desconhecidas, contribuem para a complexidade, funcionamento e equilíbrio dinâmico dos ecossistemas. Ao se eliminar uma espécie muitas dessas interações se perdem sendo difícil prever quais as reações e consequências nos ecossistemas. Essa eliminação da espécie não precisa ser total, basta que haja uma redução em sua abundância para que gere consequências ecológicas.

Também é importante considerar que muitos dos animais caçados ilegalmente estão relacionados na predação e dispersão de sementes e, portanto, influenciam na estrutura dos biomas florestais.

Segundo Hamada (2004); Giovanini (2006); Destro et al. (2012; 2018) as consequências centrais do comércio ilegal de animais são: I) problemas sanitários, pois os animais são comercializados sem nenhum controle podendo transmitir zoonoses e outras doenças; II) socioeconômicos, tendo em vista que essa prática move enormes quantidades de dinheiro sem que haja o recolhimento de impostos; III) ecológicos, uma vez que a captura ilegal e consequente morte desses animais pode colocar em risco algumas espécies, acelerando processo de extinção, pelo fato que a inserção de espécies exóticas causa desequilíbrio nos ecossistemas de recepção seja pela entrada de uma nova espécie competidora ou patogênica; IV) e uma consequente perda econômica, já que muitos animais silvestres atuam no controle de pragas de modo muito mais eficiente que os métodos artificiais.

O tatu-galinha *D. novemcinctus*, é muito caçado devido sua carne ter sabor muito parecido com o da galinha, daí se originou o nome, e por isso está entre as dez espécies mais apreendidas pelo IBAMA. E segundo Barboza et al. (2011); Alves et al. (2012) é também apontado como uma das principais fontes de proteína e renda em algumas regiões do Brasil.

Apesar de não estarem na lista de animais ameaçados de extinção, as populações de tatus-galinhas são consideradas muito importantes. Devido ao seu tipo de alimentação, os tatus prestam um importante trabalho para o ambiente onde vivem, auxiliando na limpeza e renovação do solo, cavando e misturando a terra com as folhas caídas e também se alimentando de partes dos animais mortos.

Além de prejudicial para a conservação desta espécie, a caça do tatu pode trazer um sério risco à saúde de seres humanos, pois segundo Frota et al. (2012), foram encontrados dos Estados Unidos da América até a América do Sul, vestígios de *Mycobacterium leprae* (agente causador da hanseníase) em amostras de tecidos de *D. novemcinctus* e de *Euphractus sexcinctus* (outra espécie de tatu também encontrada no Brasil), o que demonstra que esses animais são também reservatórios desta doença. Segundo os mesmos autores ainda não se conhece as possíveis formas de transmissão entre humanos e tatus, porém diversos estudos citados apontam relações entre pessoas infectadas e o contato com a carne e/ou fluidos corporais destes animais, na limpeza, preparo e consumo da carne, tais fatos podem ser responsáveis por infecções de *M. leprae* em seres humanos.

Embora haja no Brasil uma legislação inovadora e atualizada quanto à proteção ambiental, verificamos que o combate ao comércio de animais silvestres ainda deixa muito a desejar. A atual legislação mostrou-se bastante branda no que diz respeito à aplicação das penas no crime de tráfico de animais silvestres, recaindo sobre as mãos do Ministério Público, quando do oferecimento da denúncia, o enquadramento do artigo 180 do Código Penal, o qual traz uma pena mais rígida e posteriormente ao judiciário, cabendo à promotoria analisar se cabe o oferecimento da denúncia sobre o artigo 180 do Código Penal ou do Artigo 29 da Lei 9.605/98, bem como a aplicação da legislação em sentença, o que como apresentado anteriormente não é pacificado nos Tribunais.

De acordo com Fiorillo (2008), do artigo 1º da lei nº 9.605/98 vem o conceito de fauna. Denomina-se fauna silvestre o conjunto de animais que vivem em liberdade, fora do cativeiro, conforme preceitua o art. 1º da Lei nº 5.197/67. O critério determinante desta classificação relaciona-se ao fato de a espécie desenvolver sua vida natural em liberdade ou fora do cativeiro. Dessa forma, se um animal silvestre for domesticado, passará a ostentar a classificação de doméstico, em que pese ser originalmente silvestre.

Pode-se exemplificar aludida situação no caso dos tatus, que, enquanto criados e reproduzidos em cativeiro, são domésticos. Isso, todavia, não impede a existência de tatus silvestres que vivam em liberdade. Aos animais silvestres é prezada a liberdade e perpetuação da espécie, mas o tráfico, muito intenso, prejudica e impede o crescimento e a vida desses animais.

Nesta seara, a prova pericial, feita por meio de exame de DNA, se revela de fundamental importância para se evitar que pessoas sejam absolvidas de forma indevida, ou, então, condenadas injustamente.

Exames de DNA em perícias de animais silvestres emergiram de uma fusão entre a pesquisa de conservação genética e a prática da genética forense, devido à necessidade crescente de ferramentas investigativas por parte dos órgãos de defesa da vida selvagem. Uma área da genética da conservação reconhecida há algum tempo, mas que agora está recebendo atenção crescente é o desenvolvimento de técnicas analíticas capazes de prover evidências genéticas para os órgãos encarregados da investigação de crimes contra a fauna. Nesse contexto, análises de DNA estão relacionadas à identificação das evidências para determinar a espécie (taxonomia molecular), população, relacionamento ou identificação individual de uma amostra. Esse tema vem se desenvolvendo em paralelo com a genética forense humana e tem se beneficiado da transferência horizontal de técnicas moleculares e estatísticas; entretanto, permanece uma área altamente especializada, com os seus próprios desafios (OGDEN et al., 2009).

Uma das etapas fundamentais da genética forense é a coleta de amostras, que podem consistir em qualquer fragmento de tecido, como sangue, pêlos, chifres, penas, carne, ossos, fezes, carcaças, entre outros (OLIVEIRA, 2007). Produtos industrializados, resultantes do processamento de partes de animais, também podem ser objeto de análises. Através delas podem ser respondidas questões relacionadas à determinação da espécie, origem do espécime, se o espécime é silvestre ou doméstico, entre outras.

Segundo Greco (2004); Budowle et al., (2005); Ogden (2009) e Godinho (2014), as principais técnicas utilizadas atualmente para exame de DNA animal são:

A) Sequenciamento de nucleotídeos de DNA. Identifica cada nucleotídeo em uma específica região alvo do DNA (o marcador genético). Identificações de espécies usualmente envolvem o sequenciamento de aproximadamente 500 bases de DNA para prover uma sequência espécie-específica.

B) SNP. Os marcadores SNP (Single Nucleotide Polymorphism) permitem o estudo de regiões específicas do DNA. Isso levou ao desenvolvimento de testes mais rápidos, baratos, que não requerem fragmentos longos de DNA de alta qualidade, entretanto menos informações são obtidas em comparação com o sequenciamento de DNA. Alguns exemplos desse método mais usados em exames forenses são a PCR-RFLP e a PCR alelo-específica.

C) Microssatélites. Marcadores moleculares microssatélites são diferenças entre sequências de DNA devido a uma variação no número de unidades repetitivas de DNA em uma região específica. Mudanças nesse número levam a diferentes tamanhos de fragmentos de DNA, que podem ser separados por eletroforese.

A identificação da espécie, constitui-se em um dos principais exames periciais em casos de crimes cometidos contra a fauna. Trata-se de identificar as espécies envolvidas, classificando-as em ordem de evolução e hierarquia das categorias taxonômicas. Seu

resultado possui diversas implicações jurídicas, uma vez que algumas espécies possuem proteção diferenciada em função do seu risco de extinção.

Quando o crime contra a fauna envolve animais em óbito, o perito, além de se preocupar com a identificação das espécies, também estará incumbido em determinar a causa mortis dos animais em questão, realizando exames anatomopatológicos macroscópicos (necropsia), complementados por exames laboratoriais.

Exames post-mortem de animais silvestres para fins legais tem se tornado muito comuns. São necessários procedimentos especiais durante essas necropsias para assegurar que a informação coletada pode ser utilizada com propósitos forenses. Deve-se dar especial atenção à manutenção da cadeia de custódia quando os espécimes são recebidos e em todos os procedimentos subsequentes, de modo que a identidade do espécime e as informações resultantes da necropsia não sejam questionadas. Deve-se ter um registro completo de todos os procedimentos e observações. O laudo da necropsia deve ser detalhado, claro e, tanto quanto possível, escrito em linguagem não técnica. Fotografias devem ser utilizadas para preservar a evidência visual. Devem-se tomar cuidados especiais com a coleta de vestígios como projéteis de arma de fogo, substâncias tóxicas e material para análise de DNA, e remessa desses vestígios a outros laboratórios (WOBESER, 1996). Antes do início da necropsia, é recomendável a realização de exames radiográficos do cadáver, que poderá auxiliar na localização de vestígios como projéteis de arma de fogo e suas trajetórias, fraturas, corpos estranhos etc. Através de uma necropsia criteriosa pode-se responder questões relacionadas a:

a) Determinação da causa da morte – doença, lesão ou anormalidade que sozinha ou em combinação é responsável pelo início da sequência de perturbações funcionais que levaram à morte;

b) Determinação do mecanismo da morte – mudança estrutural ou funcional que tornou a vida independente não mais possível;

c) Determinação da maneira da morte – meio através do qual a causa da morte ocorreu;

d) Determinação do intervalo pós-morte (cronotanatognose) – tempo transcorrido desde a morte do animal. A tanatologia é o estudo dos fenômenos cadavéricos abióticos e transformativos, os quais podem influenciar as conclusões dos exames em razão das alterações teciduais. Para minimizar esses processos é necessária a correta conservação do cadáver por meio do resfriamento, que não vai impedir a autólise e putrefação, mas irá retardar tais processos. O resfriamento obtido em geladeiras comuns ou câmaras frias é indicado para casos em que a necropsia será realizada no mesmo dia da morte ou em até 24 horas depois. Recomenda-se o resfriamento em detrimento do congelamento, uma vez que esse último lesa muito mais a estrutura celular por romper as membranas celulares, dificultando o diagnóstico histopatológico (MATUSHIMA, 2007, em CUBAS et al, p. 981).

Para Rangel (2012), os meios de provas são tudo aquilo que pode ser usado, de maneira direta ou indiretamente para evidenciar o que for declarado no processo, são os recursos de percepção da verdade e formação do convencimento do juiz. O ônus da prova é de quem alega, esse é o entendimento majoritário, e facultado ao juiz de ofício, conforme demonstrado no art. 156, Código de Processo Penal, 1º parte. Na busca de um resultado para a lide, procura-se provar a verdade dentro daquilo que for produzido nos autos, demonstrando com isso a grande relevância de um processo bem feito, com provas bem produzidas, uma vez que depende delas e do convencimento do juiz a condenação ou não do réu. Como o magistrado não tem conhecimento técnico de todas as áreas é preciso o auxílio de peritos e assistentes técnicos para o ajudarem na produção de provas até que possa obter o seu livre convencimento. Para que haja o convencimento do juiz, as partes deverão fazê-lo através da produção das provas, pois este é o instrumento do processo para se alcançar a verdade do que

for alegado, é o meio para que possa ser comprovada a existência ou inexistência de um fato, a falsidade ou a veracidade de uma afirmação.

Távora & Rodrigues (2009) relataram que a prova é tudo aquilo que contribui para a formação do convencimento do magistrado, demonstrando os fatos, atos, ou até mesmo o próprio direito discutido no litígio. Intrínseco no conceito está a sua finalidade, o objetivo, que é a obtenção do convencimento daquele que vai julgar, decidindo a sorte do réu, condenando ou absolvendo. Dessa forma, com a finalidade das provas, se tem a interpretação de que as partes processuais, acusação e defesa, tem direito a produção de provas, direito este que é um meio lógico do direito de ação, em razão aos princípios do contraditório e ampla defesa e do devido processo legal, trazidos pela Constituição Federal. Isto é, o objeto de prova refere-se ao que importa à lide e que possa auxiliar na formação da decisão final do magistrado.

O Brasil possui uma legislação bastante abrangente de proteção ao meio ambiente. E na esfera da punição dos infratores, há de se ressaltar que as disposições existentes não parecem estar adequadas com a gravidade de sua infração, pois há uma interferência agressiva nas condições funcionais do ambiente, enquanto mantenedor da biodiversidade e do equilíbrio ecológico. Isso implica, necessariamente, na não efetividade da CITES, em termos de se evitar que a conduta venha a ocorrer novamente. De acordo com a Lei nº. 9.605/1998, a pena para os crimes contra a fauna e contra a flora, variam conforme o potencial ofensivo da ação danosa. Por exemplo, para a fauna, matar, apanhar, vender, exportar ou adquirir de forma ilegal, a pena é de detenção de seis meses a um ano e multa; aumentada de metade, quando tratar de espécie ameaçada de extinção, conforme §4º do art. 29. Cumpre perceber que a prática de maus tratos aos animais é uma das principais colaboradoras para a extinção das espécies, e conseqüente afetação na biodiversidade mundial e, contudo, a pena consiste somente na detenção de três meses a um ano, não demonstrando o reconhecimento esperado pelo Estado, da tamanha gravidade da conduta.

Por vezes, a legislação penal ambiental parece suficiente, por vezes não, e na maioria dos casos, a aplicação da pena segue a Lei dos Juizados Especiais Cíveis e Criminais, Lei nº. 9.099/1995, no âmbito da Justiça Estadual, e dependendo das circunstâncias do crime, aplica-se a Lei dos Juizados Criminais Federais, de nº. 10.259/2001, obedecida às alterações da Lei nº. 11.313/ 2006. De um modo geral, a crítica que se manifesta é que, ao invés de incidir as penas privativas de liberdade, mais adequadas à punição de um crime ambiental, se aplicam as penas alternativas e restritivas de direito instituídas pelos referidos diplomas processuais, que não parecem estar adequadas para a função de conscientização da realidade da gravidade do dano ambiental, isto quando não ocorre a suspensão do processo, nos termos do artigo 89 da Lei 9.099/1995, quando a pena mínima cominada for igual ou inferior a um ano.

Diante desse contexto, a solução apontada, tanto pelos estudiosos do assunto, como pelos relatórios estudados, é a elaboração de um tipo específico para o tráfico de animais, onde o traficante seja severamente punido.

Por fim, espera-se que este trabalho forneça subsídios importantes e necessários para que os tomadores de decisão possam combater o abate ilegal de tatu-galinha *D. novemcinctus* nas esferas legais e policiais, auxiliando na proteção e conservação da natureza.

## CONCLUSÃO

Diante da análise do caso exposto, e do posicionamento do órgão que regulamenta esse tipo de conduta, a prova pericial do exame de DNA no contexto fiscalizatório realizada como preveem os artigos 158 e 159 do CPP, em combinação com termos do artigo 79 da Lei nº 9605/98, concluiu-se que uma das cinco amostras de carne in natura que estavam sendo

comercializados, pertenciam aos restos mortais de abate ilegal de tatu-galinha *D. novemcinctus*, configurando captura feita de forma ilegal no seu habitat natural, delito previsto no artigo 29, § 1º, inciso III, da lei nº 9605/98.

A prova pericial realizada do exame de DNA representou um meio capaz de solucionar o problema inerente a semelhança genética. Dessa maneira, gerou subsídios de fundamental importância para abertura de ação penal, para processar e julgar os autores de abate ilegal de tatu-galinha *D. novemcinctus*, demonstrando que os restos mortais de tatu coletado pelos fiscais e investigado apresenta sequência compatível com a amostra de carne in natura comercializada A.3.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBA, A. M.; SUPERINA, M. The 2009/2010 Armadillo Red List Assessment. *Edentata*, 11(2): 135-184, 2010.
- ALBERTS, B; JOHNSON, A; LEWIS, J; RAFF, M; ROBERTS, K; WALTER P. *Biologia Molecular da Célula*, 5ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ALVES, R.R.N.; GONÇALVES, M.B.R. & VIEIRA, W.L.S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido brasileiro. *Tropical Conservation Science*, 5(3): 394-416. 2012.
- ALVES, R. R. N., ROSA, I. L., Trade of animals used in Brazilian traditional medicine: trends and implications for conservation. *Hum. Ecol.* 38, 691–704, 2010.
- BAIA JUNIOR, P. C. Caracterização do uso comercial e de subsistência da fauna silvestre no município de Abaetetuba, PA. Belém, Universidade Federal do Pará, Dissertação de Mestrado, 2006.
- BARBOZA, R.R.D.; MOURÃO, J.S.; SOUTO, W.M.S. & ALVES RRN. Knowledge and strategies of armadillo (*Dasypus novemcinctus* L. 1758 and *Euphractus sexcinctus* L. 1758) hunters in the “Sertão Paraibano”, Paraíba State, NE Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*, 5(1): 1-7. 2011.
- BITTENCOURT, C. A. M. Promotor, Ministério Público de Minas Gerais. In: BRASIL, Supremo Tribunal Federal. RE 973837 RG, Relator: Ministro Gilmar Mendes, julgado em 23/06/2016, Processo eletrônico. DJe-217 divulg. 10-10- 2016, public 11-10-2016. Disponível em: <http://redir.stf.jus.br/estfvisualizadorpub/jsp/>
- BONACCORSO, N. S. **Aspectos técnicos, éticos e jurídicos relacionados com a criação de bancos de dados criminais de DNA no Brasil**. 2010. 275 f. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BONACCORSO, N. S. Aspectos jurídicos do exame de DNA. Anais do III simpósio latino-americano de identificação humana. **Curitiba, PR. 2001**.
- BRASIL. Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 1967.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e das outras providências.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*.
- BRASIL. Portaria nº 37 de 15 de agosto de 2017. Torna pública a Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia. <  
<http://www.meioambiente.ba.gov.br/gestor/Consultas/>

BUDOWLE, B. Recommendations for Animal DNA Forensic and Identity Testing. *Int. J. Legal Med.* 2005.

**BUTLER, J. M.** Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR markers. **Second Edition ed. Press EA**, editor 2005.

BUTLER, J. M. Fundamentals of forensic DNA typing. Elsevier Academic Press; 2010.

CANDELORO, M. M.; FROHLICH, P. B. M.; MEDEIROS, M. O. A tecnologia do DNA e sua importância prática e jurídica na comprovação da paternidade. *Biodiversidade* - n.18, v.3, p. 202, 2019.

CARRERA, Francisco. O tráfico de animais silvestres: a legislação brasileira. In: *O Brasil no Combate ao Tráfico de Animais Silvestres*. Brasília, DF: Ministério das Relações Exteriores, 2004.

CAVALCANTE, T. F.; QUEIROZ, P. R. Banco de Dados Baseado em Marcadores Genéticos. 8ª Mostra de Produção Científica da Pós-graduação Lato Sensu da PUC-Goiás. 20 (2013).

Chagas, A. T. A., Costa, M. A., Martins, A. P. V., Resende, L. C., & Kalapothakis, E. (2015). Illegal hunting and fishing in Brazil: a study based on data provided by environmental military police. *Nat Con*, 13, 183-189.

CHIARELLO, A.G. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. *Conservation Biology*, v. 14, n. 1649-1657, 2000.

CROCE, D.; CROCE JR. D. Manual de Medicina Legal, Saraiva, Brasil (2009).

CULLEN, L. et al. Mammalian densities and species extinctions in Atlantic forest fragments: the need for population management. In: SILVIUS, K. M.; BODMER, R. E.; FRAGOSO, J. M. V. (Eds). *People in Nature*. Nova Iorque: Columbia University Press, 2004. p. 211–226.

DESTRO, G. F. G. et al. Efforts to combat wild animals trafficking in Brazil. *Biodiversity Enrichment in a Diverse World*. Ed. Sede, São Paulo, cap.16, p. 421-436, 2012.

DESTRO, G. F. G. Tráfico de animais silvestres: da captura ao retorno à natureza. Tese, Programa de Pós-graduação em ecologia e evolução, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – Goiás, 2018.

DAGUER, H.; STEPHAN, M. P.; BERSOT, L. D. S. Perfil eletroforético de lombo suíno adicionado de proteínas não cárneas. **Cienc Rural**. v.40, p.404-10, 2010.

EGITO, A. S.; ROSINHA, G. M. S.; LAGUNA, L. E.; MICLO, L.; GIRARDET, J. M.; GAILLARD, J. L. Método eletroforético rápido para detecção da adulteração do leite caprino com leite bovino. **Arq Bras Med Vet Zootec**. v.58, p.932-9, 2006.

EL BIZRI, H.R.; MORCATTY, T.Q.; LIMA, J.J. & VALSECCHI, J. The thrill of the chase: uncovering illegal sport hunting in Brazil through YouTube™ posts. *Ecology and Society*, 20(3): 30. 2015.

FERREIRA, H. F.; MENDONÇA, S. V.; CRUZ, R. L.; BORGES-NOJOSA, D. M.; ALVES, R. R. N. Hunting of herpetofauna in montane, coastal, and dryland areas of Northeastern Brazil. *Herpetological Conservation And Biology*, v. 8, n. 3, p. 652-666, 2013.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. 9. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2008.

FROHLICH, P. B. M.; CANDELORO, M. M.; KIMURA, M. T.; MEDEIROS, M. O. O DNA como ferramenta de identificação humana e a sua relevância para a atuação jurídica. *Biodiversidade* - v.19, n.1, p. 150-161, 2020.

FROHLICH, P. B. M.; CANDELORO, M. M.; BASOLI, L. P.; BASOLI, C. B. M.; KIMURA, M. T.; MEDEIROS, M. O. A tecnologia do DNA e sua importância prática e jurídica para contestar a ascendência clandestina de aves silvestres reproduzidas em cativeiro com finalidade comercial. *Biodiversidade* - v.19, n.1, p. 220-239, 2020.

FROTA, C. C. et al. *Mycobacterium leprae* in six-banded (*Euphractus sexcinctus*) and nine-banded armadillos (*Dasyurus novemcinctus*) in Northeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 107, supl. 1, p. 209-213. 2012.

GIANONNI, M. Animais Silvestres em Cativeiro e Turismo. In.: II Congresso e Exposição Internacional de Ecoturismo. Salvador: II Congresso e Exposição Internacional de Ecoturismo, 2000.

GIOVANINI, D. Taking Animal Trafficking Out of the Shadows RENCTAS Uses the Internet to Combat a Multi-Billion Dollar Trade. *Innovations/ spring*, p.25-35, 2006.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GRECO, Leonardo. O conceito de prova. *Revista da Faculdade de Direito de Campos*, Ano 5, n. 5, p. 213-214, 2004.

GRIFFITHS, A. J. F., WESSLER, S. R., LEWONTIN, R. C., CARROLL, S. B. **Introdução à genética**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

GODINHO, Neide Maria de Oliveira. Banco de dados de DNA: uma ferramenta a serviço da justiça. 2014. Disponível em: . Acesso em: 20 dez. 2016.

HAMADA, H. H. Tráfico de animais silvestres – uma abordagem analítica do fenômeno criminal no estado de Minas Gerais. *O Alferes*, Belo Horizonte, 19 (56) 59-82, jul/dez, 2004.

LEITE, T. A.; NICOLAU, E. S. Ocorrência de soro em amostras de leite cru refrigerado submetidas a diferentes tempos de armazenamento. In: Congresso de Pesquisa, Ensino E Extensão Da UFG - CONPEEX, 3 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás (UFG); 2006.

LIMA, G. G. B. A conservação da fauna e da flora silvestres no Brasil: a questão do tráfico ilegal de plantas e animais silvestres e o desenvolvimento sustentável. *Rev. Jur.*, Brasília, v. 9, n. 86, p.134-150, 2007.

MATUSHIMA, ER. Técnicas Necroscópicas. In CUBAS, ZS.; SILVA, JCR.; CATÃO-DIAS, JL. *Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária*. 1 ed. São Paulo: Roca, 2007.

MCPHERSON, R. A. Specific Proteins. In: MCPHERSON, R. A.; PINCUS, M. R. **Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods**. 22. ed. Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders. p. 259- 272, 2011.

MENDES, F. L. S. **Comercio de animais silvestres na Amazônia: um problema histórico ainda sem solução**. Dissertação de (mestrado), museu paraense Emilio Goeldi, 2012.

MINAYO, M. C. S. *Interdisciplinidade: Uma questão que atravessa o saber, o poder e o mundo vivido*. Ribeirão Preto: Vozes, V.24, p.70-77, 1992.

MOURÃO, G. Fauna silvestre: proteção demais atrapalha. *Ciência hoje*, v. 27, n. 158, p.36-40, mar. 2000.

NAUGHTON-TREVES, L.; et al. Wildlife survival beyond parks boundaries: the impact of slash-and-burn agriculture and hunting on mammals in Tamboapata, Peru. *Conservation Biology*, v.17: 1106-1117, 2003.

NUCCI, G. S. *Manual de processo penal e execução penal*. 10. ed. rev., atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

OGDEN, R.; DAWNAY N.; MCEWING, R. Wildlife DNA Forensics - Bridging the Gap Between Conservation Genetics and Law Enforcement. *Endangered Species Research*. 2009: 179– 195.

OJASTI, J. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Washington: Smithsonian Institution / MAB Program, 2000. 290p. (SIMAB Série N° 5).

OLIVEIRA, MA. *A Atuação da Perícia nos Crimes Contra a Fauna*. Monografia. Academia Nacional de Polícia. Polícia Federal. Brasília: 2007.

PIERCE, B. A. *Genética: um enfoque conceitual*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 758 p 2.

RANGEL, Paulo. *Direito processual penal*. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

REDFORD, K. H. A floresta vazia. In: VALLADARES-PADUA, C., BODMER, R. E., CULLEN JÚNIOR, L. *Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil*. Brasília: CNPq / Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 1997. Cap. 1, p 01-22.

RENCTAS. *Primeiro Relatório Nacional sobre o Comércio Ilegal de Fauna Silvestre, Rede Nacional Contra o Tráfico de Animais Silvestres*, Rio de Janeiro, 2001.

ROCHA, D. C. C. Criação e manejo de animais silvestres em cativeiro e zoológico. In.: Fórum Ambiental de Maringá. Maringá: Prefeitura Municipal de Maringá, 2001. Disponível em: [http://www.maringa.pr.gov.br/forumambiental/anais/palestras/fauna\\_deciocesar](http://www.maringa.pr.gov.br/forumambiental/anais/palestras/fauna_deciocesar)

SÁ, M. F. F. Manual de Biodireito. Belo Horizonte: Del Rey, 2009.

SAAB, J. J. Tráfico ilícito de animais silvestres: a resposta penal segundo a lei 9.605/98. Rev. ciênc. hum, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 61-66 jan./jun. 2006.

SANTOS, M. A. **Prova judiciária no cível e comercial**. 2 ed. São Paulo: Max Limonad, 1952.

SILVA, K. F. M. Avaliação do Risco de Extinção de *Dasybus novemcinctus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio, 2015.

SIMAS FILHO, F. A prova na investigação de paternidade. 5. ed. Curitiba: Juruá, 1996.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, J. Fundamentos de genética. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 903 p.

SOUZA, G. M. de; SOARES FILHO, A. de O. O comércio ilegal de aves silvestres na região do Paraguaçu e Sudoeste da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 1, p. 1-10, 2005.

SOUZA, E. M. T.; ARRUDA, S. F.; BRANDÃO, P. O.; SIQUEIRA, E. M. A. Electrophoretic analysis to detect and quantify additional whey in milk and dairy beverages. **Food Sci Technol**. v. 20, p.314-317, 2000.

TÁVORA, Nestor; ALENCAR, Rosmar Rodrigues. Curso de Direito Processual Penal. 5. ed. Jus PODIVM, 2011.

TRAVASSOS, L. Impacto da caça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. *Oecologia Australis*. 15(2): 380-411, 2011.

WILDLIFE CRIME. A guide to the use of forensic and specialist techniques in the investigation of wildlife crime. FWG (Paw Forensic Working Group). Copyright 2014. Disponível em: < <http://www.tracenet.org/pawforensics/> >.

WOBESER, G. Forensic (medico-legal) necropsy of wildlife. *Journal of Wildlife Diseases*, 32(2), 1996.