

Valoração administrativa da fauna apreendida no Brasil: a multa internaliza o valor de conservação?

Maurivan Vaz Ribeiro^{1,2*} 

¹ EcoBrasil Consultoria Ambiental, Salvador, Bahia, Brasil.

² Laboratório de Recifes de Corais e Mudanças Globais – RECOR. Departamento de Oceanografia, Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia – UFBA.

(*Autor correspondente: maurivan.bio@gmail.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 17/06/2026 – Revisado em: 22/07/2026 – Aceito em: 03/08/2026

RESUMO

A multa é um dos principais instrumentos monetários de resposta administrativa às infrações contra a fauna, mas os determinantes do valor aplicado são pouco documentados. Este artigo examina registros do IBAMA de 2014 a 2024. Após a deduplicação de 37.302 linhas e a exclusão conservadora de animais domésticos, a amostra principal reuniu 8.658 eventos de 2014 a 2023, com 207.355 espécimes e R\$ 233,2 milhões em multas registradas. Em modelo Gama com ligação logarítmica, controlado por ano, região e marcação CITES, a elasticidade da multa em relação à quantidade foi de 0,804 (IC 95%: 0,768 a 0,841); dobrar a quantidade esteve associado a aumento de 1,75 vez, inferior à proporcionalidade. Em 54,2% dos eventos, a multa por espécime foi exatamente R\$ 500. A marcação CITES esteve associada a multa esperada 2,80 vezes maior (IC 95%: 2,38 a 3,29), e o padrão sublinear persistiu em análises restritas ao art. 24, a eventos monoespecíficos e a registros sem marcação CITES. Como a base não informa cobrança, pagamento, lucro ilícito nem probabilidade de detecção, ela não permite concluir sobre dissuasão ou internalização do dano ecológico. Os resultados demonstram ancoragem no valor-base legal, desconto de escala e diferenciação regulatória associada à marcação CITES.

Palavras-chave: multa ambiental; valoração administrativa; tráfico de fauna; CITES; desconto de escala.

Administrative valuation of seized fauna in Brazil: does the fine internalize conservation value?

ABSTRACT

Fines are a major monetary component of the administrative response to wildlife offences, but the determinants of the amount imposed are poorly documented. This article examines IBAMA records from 2014 to 2024. After deduplicating 37,302 rows and conservatively excluding domestic animals, the main sample comprised 8,658 events from 2014 to 2023, involving 207,355 specimens and R\$233.2 million in recorded fines. In a Gamma model with a log link, adjusted for year, region, and the CITES marker, the elasticity of the fine with respect to quantity was 0.804 (95% CI: 0.768–0.841); doubling quantity was associated with a 1.75-fold increase, below proportionality. In 54.2% of events, the fine per specimen was exactly R\$500. The CITES marker was associated with an expected fine 2.80 times higher (95% CI: 2.38–3.29), and the sublinear pattern persisted in analyses restricted to Article 24, single-species events, and records without a CITES marker. Because the database does not report collection, payment, illegal profit, or the probability of detection, it cannot establish deterrence or the internalisation of ecological damage. The results show anchoring at the statutory base amount, a scale discount, and regulatory differentiation associated with the CITES marker.

Keywords: environmental fine; administrative valuation; wildlife trafficking; CITES; scale discount.

Valoración administrativa de la fauna apreendida en Brasil: ¿la multa internaliza el valor de conservación?

RESUMEN

La multa es un componente monetario central de la respuesta administrativa a las infracciones contra la fauna, pero los determinantes



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença *Creative Commons* - CC BY 4.0.

del valor aplicado están poco documentados. Este artículo examina registros del IBAMA de 2014 a 2024. Tras deduplicar 37.302 líneas y excluir de forma conservadora los animales domésticos, la muestra principal reunió 8.658 eventos de 2014 a 2023, con 207.355 especímenes y R\$ 233,2 millones en multas registradas. En un modelo Gamma con enlace logarítmico, controlado por año, región y marcación CITES, la elasticidad de la multa respecto de la cantidad fue de 0,804 (IC 95%: 0,768 a 0,841); duplicar la cantidad se asoció con un aumento de 1,75 veces, inferior a la proporcionalidad. En el 54,2% de los eventos, la multa por espécimen fue exactamente R\$ 500. La marcación CITES se asoció con una multa esperada 2,80 veces mayor (IC 95%: 2,38 a 3,29), y el patrón sublineal persistió en análisis restringidos al artículo 24, a eventos monoespecíficos y a registros sin marcación CITES. Como la base no informa cobro, pago, lucro ilícito ni probabilidad de detección, no permite concluir sobre disuasión o internalización del daño ecológico. Los resultados muestran anclaje en el valor-base legal, descuento de escala y diferenciación regulatoria asociada con la marcación CITES.

Palabras clave: multa ambiental; valoración administrativa; tráfico de fauna; CITES; descuento de escala.

1. Introdução

O tráfico de vida silvestre situa-se entre os negócios ilícitos mais rentáveis do planeta e entre os principais vetores de perda de biodiversidade, mobilizando quantias da ordem de bilhões e incidindo sobre milhares de espécies (t Sas-Rolfes et al., 2019; Phelps, Biggs & Webb, 2016; Alexander & Sanderson, 2017). No caso brasileiro, esse mercado tem raiz doméstica acentuada e gravita em torno da captura e da criação de aves canoras, hábito de forte enraizamento cultural, com especial expressão no Nordeste (Alves, Lima & Araújo, 2013; Souto et al., 2017; Oliveira et al., 2020) e na região Amazônica (Almeida Campos & Gomes, 2024). Calcula-se que milhões de aves sejam subtraídas da natureza a cada ano para abastecer um mercado bastante lucrativo (RENTAS, 2001; Azeredo & Alves, 2024).

O enfrentamento desse comércio insere-se no campo mais amplo da governança ambiental e dos instrumentos de comando-e-controle, cuja efetividade depende não apenas da existência de normas, mas da coerência entre a gravidade da conduta, a probabilidade de detecção e a severidade da sanção. No caso da fauna, essa equação é complicada por dois fatores. O primeiro é cultural, ou seja, a criação de pássaros canoros constitui prática socialmente disseminada e valorizada em diversas regiões, o que reduz a percepção de ilegalidade e amplia a base de demanda (Alves, Lima & Araújo, 2013; Andrighetto & Kraemer, 2023; Azeredo & Alves, 2024; Khoerunisa et al., 2026). O segundo é econômico, e o comércio articula desde a captura de subsistência, com baixíssimo valor agregado, até um mercado de alto valor ligado a torneios de canto, no qual exemplares premiados alcançam preços extraordinários (Gama & Sassi, 2008; Almeida Campos & Gomes, 2024). Portanto, uma política de valoração que ignore essa heterogeneidade tende a falhar precisamente onde o incentivo ao crime é maior.

Compreender como o Estado precifica a fauna apreendida é, portanto, mais do que um exercício técnico: é uma forma de avaliar a própria racionalidade da política sancionatória. Se a multa funciona como sinal de preço, comunicando à sociedade o valor atribuído à integridade das populações silvestres, então sua estrutura revela quais espécies e quais condutas o sistema efetivamente prioriza. A análise sistemática dos registros administrativos permite explicitar essa estrutura, hoje implícita e dispersa em milhares de autos, e confrontá-la com os objetivos declarados de conservação e dissuasão (Dias et al., 2014; Muller et al., 2022).

A resposta administrativa do Estado a esse comércio combina a apreensão dos espécimes e a imposição de multas, reguladas pela Lei nº 9.605/1998 e pelo Decreto nº 6.514/2008, que fixa valores de referência por unidade de fauna capturada, abatida ou mantida em cativeiro, com majoração para espécies ameaçadas (Brasil, 1998; Brasil, 2008). A multa cumpre, em tese, duas funções, a de retribuir o dano causado e dissuadir a reincidência. Pela teoria econômica da dissuasão, o efeito inibidor de uma penalidade depende de sua magnitude esperada, isto é, do produto entre a probabilidade de punição e o valor da sanção (Becker, 1968). Assim, quando essa magnitude é baixa ou desconectada do ganho obtido com o crime, o efeito dissuasório se enfraquece, problema recorrente nos diagnósticos sobre a fiscalização ambiental brasileira (Silva & Bernard, 2016).

À função dissuasória soma-se uma dimensão alocativa: na tradição pigouviana, uma sanção eficiente deveria fazer o infrator arcar com o custo social que impõe (Pigou, 1920). As perspectivas de Becker e Pigou são complementares, pois uma enfatiza o custo esperado da punição e a outra, o dano social (Polinsky & Shavell, 2000). Quando a probabilidade de detecção é baixa, a teoria prevê sanção maior para preservar o

efeito esperado, embora a base deste estudo não estime essa probabilidade (Shimshack, 2014; Lindqvist et al., 2024). Se a multa cresce menos que proporcionalmente à quantidade, a penalidade por espécime diminui à medida que a escala aumenta. Esse padrão é administrativamente relevante, mas a quantidade agregada não mede, por si só, o dano ecológico.

Um aspecto central e pouco examinado é saber se o valor aplicado reflete a quantidade de espécimes, o valor econômico do material apreendido ou critérios regulatórios relacionados à conservação. Esses eixos não são equivalentes. Uma penalidade determinada apenas pela quantidade trataria igualmente lotes de mesmo tamanho, ainda que compostos por espécies com diferentes regimes de proteção. Uma penalidade ancorada no valor de mercado privilegiaria espécies de alto preço, que não são necessariamente as mais ameaçadas, enquanto critérios conservacionistas deveriam considerar raridade, tendência populacional e risco de extinção (Engeman et al., 2004). A articulação entre critérios regulatórios, dano ecológico e incentivos econômicos é, portanto, relevante para o desenho da política pública (Phelps, Biggs & Webb, 2016).

Há, ainda, uma diferença conceitual entre o que é retirado da natureza e o montante da penalidade, ou seja, o valor de conservação de um espécime não é diretamente comparável ao valor monetário de uma multa (Sarkar, 2013). A sanção traduz uma decisão administrativa e jurídica, não o preço integral da perda ecológica, que pode envolver efeitos demográficos, funcionais, éticos e de existência não representados nos registros (Spash, 2015).

Nesse sentido, comparar a quantidade apreendida com as multas registradas permite avaliar a proporcionalidade administrativa da sanção e identificar os critérios associados ao valor aplicado. Essa comparação, contudo, não estima o custo ecológico da remoção nem demonstra eficácia dissuasória, pois tais inferências exigiriam dados sobre pagamento, lucro ilícito e probabilidade de detecção (Silva & Bernard, 2016).

Este artigo tem como objetivo descrever a lógica de valoração das multas associadas às apreensões de fauna do IBAMA entre 2014 e 2024 e compará-la à quantidade de espécimes e a referências de mercado. Foram examinadas três hipóteses. A H1 prevê que a multa esteja fortemente associada ao número de espécimes e ao valor-base legal, mas cresça de forma sublinear. A H2 prevê que a marcação administrativa CITES permaneça associada a multas maiores após o controle por quantidade, região e ano. A H3 prevê que referências nominais de mercado revelem possível descompasso nos segmentos de maior valor. A H3 é tratada como exploratória, porque a base não informa lucro, pagamento da multa ou probabilidade de detecção.

2. Material e métodos

2.1 Fonte de dados

Este estudo apoia-se nos registros administrativos de apreensão de fauna do IBAMA referentes ao intervalo de 2014 a 2024, disponibilizados pelo órgão em resposta a pedido formulado com base na Lei nº 12.527/2011 (Brasil, 2011). Foram elegíveis os registros classificados como espécie, com unidade de medida individual e quantidade positiva. Como um auto pode gerar vários itens que herdam a mesma multa, a unidade analítica foi o evento aproximado, definido pela combinação de descrição do auto, data, município, unidade da federação e órgão. Somente eventos com uma única multa positiva não conflitante foram incluídos nos modelos.

2.2 Procedimentos analíticos

A magnitude da retirada foi estimada pela soma das quantidades de espécimes, e a multa por espécime, pela razão entre a multa registrada no evento e sua quantidade total. A multa por evento foi modelada por modelo linear generalizado (GLM) com distribuição Gama e ligação logarítmica (McCullagh & Nelder, 1989). Os preditores foram o logaritmo da quantidade, a marcação CITES do evento, a região, com Nordeste como referência, e efeitos fixos de ano. O evento recebeu marcação CITES quando ao menos um de seus itens continha essa indicação. O coeficiente do logaritmo da quantidade foi interpretado como elasticidade. Os intervalos de confiança utilizaram erros robustos HC3. Como análise complementar, estimou-se uma regressão

log-log não ajustada, com intervalo de 95% por bootstrap de 2.000 réplicas.

A diferenciação regulatória foi examinada pela associação entre a marcação CITES e a multa, além de medianas descritivas em todos os eventos e no subconjunto monoespecífico. Como a multa total não pode ser atribuída de forma inequívoca a cada espécie em eventos multiespecíficos, não se realizou teste inferencial por espécie nem por categoria de ameaça. A marcação CITES é um campo administrativo do evento e não deve ser interpretada como medida direta de risco de extinção. A associação com o valor declarado foi avaliada pela correlação de Pearson em escala logarítmica e pela correlação de Spearman em escala original.

Para situar a penalidade na cadeia de valor do tráfico, a multa por espécime foi comparada, de forma exploratória, a referências nominais documentadas na literatura e na imprensa, do pagamento ao capturador ao valor atribuído a aves de competição (RENTAS, 2001; Regueira & Bernard, 2012; Tribuna de Minas, 2018). Essas referências provêm de anos, mercados e condições distintas, não foram corrigidas pela inflação e não representam lucro líquido. Por isso, servem apenas como ordem de grandeza e não como teste de dissuasão. As análises foram reproduzidas em Python, e os gráficos foram elaborados com matplotlib (Hunter, 2007). A sequência metodológica é sintetizada na Figura 1.

Figura 1. Organograma da preparação dos dados: das 37.302 linhas do banco do IBAMA à base analítica principal de 8.658 eventos.

Figure 1. Data preparation flowchart: from the 37,302 rows in the IBAMA database to the main analytical sample of 8,658 events.



Fonte: elaboração própria.

Das 37.302 linhas recebidas, 32.574 correspondiam a registros elegíveis. A deduplicação removeu 643 repetições associadas a representações idênticas do item, restando 31.931 itens. A exclusão conservadora de animais domésticos removeu 219 itens identificados por nome científico ou popular; a descrição foi usada apenas para confirmar registros de *Gallus* ou sem identificação, evitando eliminar espécies silvestres de eventos mistos. Permaneceram 31.712 itens, correspondentes a 275.209 espécimes. A agregação produziu 9.495 eventos com chave completa entre 2014 e 2024. No período de 2014 a 2023, havia 8.902 eventos

completos: 191 sem multa positiva e 53 com mais de um valor positivo conflitante foram excluídos, resultando em 8.658 eventos na amostra principal.

Na análise descritiva, calculou-se a proporção de eventos cuja multa por espécime foi exatamente R\$ 500, tratada como concentração no valor-base. A ausência de multa positiva foi estimada entre eventos de chave completa, separadamente para 2014–2023 e 2024. A evolução anual foi descrita pela mediana da multa por espécime. Para a destinação, contou-se a presença de cada categoria entre itens deduplicados não domésticos com o campo preenchido. Como um mesmo item podia conter mais de uma categoria, os percentuais são não excludentes e não representam proporções de espécimes. A concentração das multas e quantidades foi descrita por curvas de Lorenz e coeficientes de Gini (Lorenz, 1905; Gastwirth, 1972).

O desconto de escala foi avaliado pela elasticidade da multa total em relação à quantidade. Uma elasticidade inferior à unidade indica crescimento menos que proporcional, mas não identifica o mecanismo causal. A associação entre a marcação CITES e a multa foi estimada no GLM Gama, com controle por quantidade, região e ano.

Nos eventos com valor declarado positivo, as multas registradas foram comparadas com cenários de sensibilidade baseados em probabilidades hipotéticas de detecção iguais a 0,01, 0,02, 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50. Os cenários são referências exploratórias. Eles não estimam a sanção ótima, pois o valor declarado não equivale necessariamente a lucro ilícito ou dano ecológico.

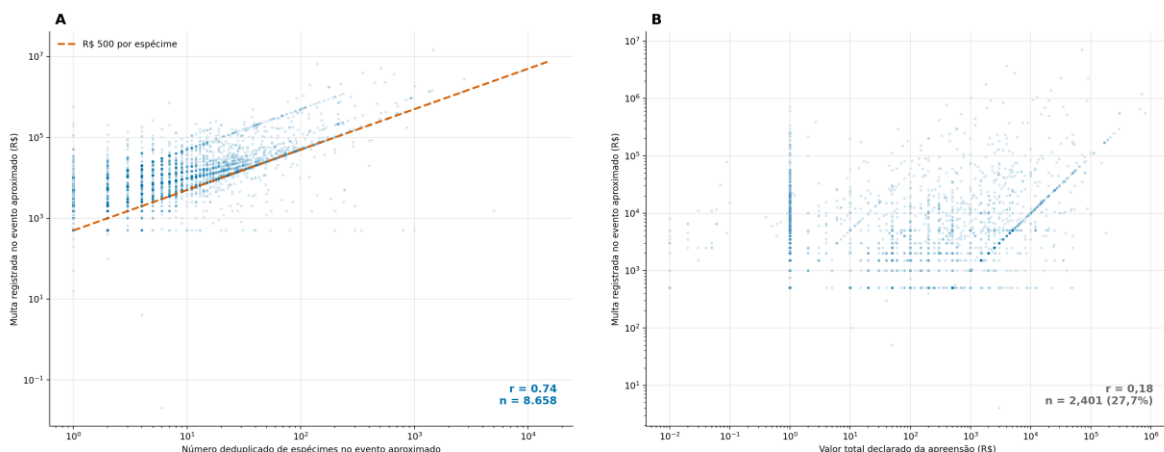
As verificações adicionais incluíram regressões quantílicas nos quantis 0,50 e 0,90 (Koenker, 2017), reestimação sem observações influentes pela distância de Cook e análises log-log estratificadas. Estas últimas restringiram a amostra a eventos enquadrados no art. 24 do Decreto nº 6.514/2008, eventos monoespecíficos, eventos sem marcação CITES e à interseção entre art. 24, monoespecificidade e ausência de marcação CITES.

3. Resultados e discussão

3.1 A multa, a quantidade e o valor-base legal

A multa total cresceu de forma positiva, porém sublinear, em relação ao número de espécimes apreendidos (Figura 2A). A associação com o valor total declarado foi fraca nos 2.401 eventos com essa informação ($r = 0,177$ em escala logarítmica; Figura 2B).

Figura 2 – Relação entre a multa registrada por evento e dois determinantes potenciais, em escala logarítmica.
Figure 2 – Relationship between the recorded fine per event and two potential drivers, on logarithmic scales.



Legenda: (A) Multa em função do número de espécimes, com a linha tracejada indicando R\$ 500 por espécime; (B) multa em função do valor total declarado da apreensão, disponível em 27,7% dos eventos. O coeficiente de correlação de Pearson em escala logarítmica consta em cada painel.

Legend: (A) Fine as a function of the number of specimens, with the dashed line indicating R\$500 per specimen; (B) fine as a function of the total declared seizure value, available for 27.7% of events. The log-scale Pearson correlation

coefficient is shown in each panel.

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA.

Source: prepared by the authors from IBAMA data.

O GLM Gama estimou elasticidade de 0,804 para a quantidade (IC 95%: 0,768 a 0,841; $p < 0,001$ em relação à unidade). Assim, dobrar a quantidade esteve associado a multiplicação de 1,75 na multa esperada (IC 95%: 1,70 a 1,79), abaixo do fator 2 correspondente à proporcionalidade. A regressão log-log não ajustada produziu inclinação de 0,828 (IC 95% bootstrap: 0,808 a 0,848; 2.000 réplicas). Em 4.690 dos 8.658 eventos (54,2%), a multa por espécime foi exatamente R\$ 500. O conjunto sustenta a H1: a multa é fortemente estruturada pela quantidade e pelo valor-base previsto no art. 24 do Decreto nº 6.514/2008, mas cresce de forma menos que proporcional (Brasil, 2008).

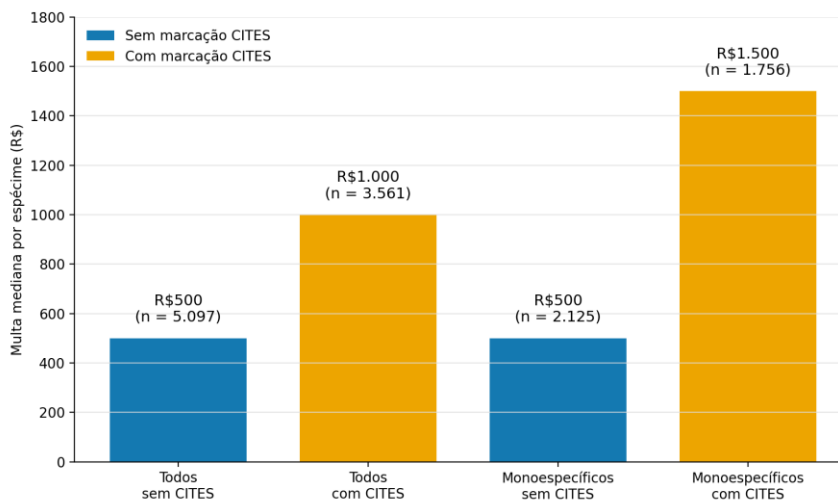
A sublinearidade é uma associação agregada e condicional, não a demonstração de que cada grande apreensão recebeu desconto deliberado. O padrão pode refletir composição das infrações, circunstâncias agravantes e atenuantes, limites administrativos ou heterogeneidade não observada. Ainda assim, sua persistência em subconjuntos juridicamente mais homogêneos indica que a proporcionalidade por quantidade merece avaliação específica antes de eventual adoção de critérios progressivos.

3.2 Diferenciação regulatória associada à marcação CITES

Os dados indicam diferenciação regulatória, mas não permitem medir diretamente o valor de conservação. A marcação CITES e os valores-base previstos na norma estão associados a diferenças na multa por espécime (Figuras 3 e 4).

Figura 3 – Multa mediana por espécime segundo a marcação CITES, em todos os eventos e no subconjunto monoespecífico. As medianas são descritivas; o número de eventos é informado sobre cada barra.

Figure 3 – Median fine per specimen by CITES marker, in all events and in the single-species subset. Medians are descriptive; the number of events is shown above each bar.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA.

Source: prepared by the authors from IBAMA data.

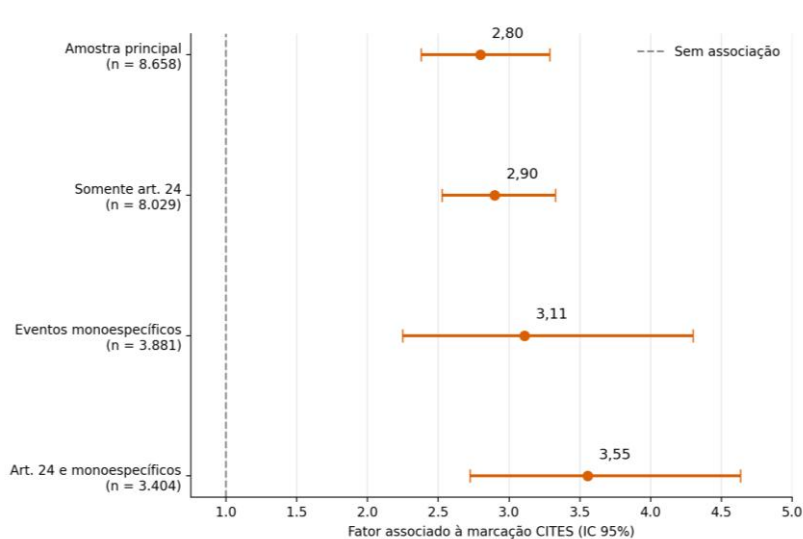
Na amostra completa, a mediana foi de R\$ 500 nos eventos sem marcação CITES e de R\$ 1.000 naqueles com essa marcação. Entre os eventos monoespecíficos, as medianas foram de R\$ 500 e R\$ 1.500, respectivamente (Figura 3). Essas comparações são descritivas e não controlam composição, quantidade, região ou ano.

No GLM ajustado, a marcação CITES esteve associada a multa esperada 2,80 vezes maior (IC 95%: 2,38 a 3,29; $p < 0,001$), mantidas quantidade, região e ano. Em relação ao Nordeste, os fatores foram 2,22 no Norte, 1,77 no Centro-Oeste, 2,02 no Sudeste e 2,72 no Sul. As diferenças regionais podem refletir composição dos eventos, práticas administrativas e outras variáveis não observadas; não devem ser interpretadas automaticamente como maior rigor ou maior dano ecológico.

A associação com a marcação CITES persistiu em especificações mais homogêneas. O fator ajustado foi 2,90 entre os 8.029 eventos enquadrados no art. 24, 3,11 entre os 3.881 eventos monoespecíficos e 3,55 entre os 3.404 eventos simultaneamente monoespecíficos e enquadrados no art. 24 (Figura 4). Essa consistência sustenta a H2 em sua formulação administrativa. Ela não demonstra que a multa internalize o risco de extinção, pois a marcação CITES é regulatória, pode abranger diferentes níveis de restrição e não substitui uma classificação ecológica exaustiva.

Figura 4 – Fator associado à marcação CITES nos modelos Gama ajustados por quantidade, região e ano. Pontos representam estimativas e barras, intervalos de confiança de 95%.

Figure 4 – Factor associated with the CITES marker in Gamma models adjusted for quantity, region, and year. Points are estimates and bars are 95% confidence intervals.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA.

Source: prepared by the authors from IBAMA data.

Tabela 1. Modelo linear generalizado Gama, com ligação logarítmica, para a multa registrada por evento, ajustado pela marcação administrativa CITES, região e efeitos fixos de ano. A quantidade é apresentada como elasticidade e como fator associado à duplicação; os fatores regionais são relativos ao Nordeste.

Table 1. Gamma generalised linear model, with a log link, for the recorded fine per event, adjusted for the administrative CITES marker, region, and year fixed effects. Quantity is shown as an elasticity and as the factor associated with doubling; regional factors are relative to the Northeast.

Preditor/contraste	Estimativa	IC 95%	p
ln(nº de espécimes): elasticidade	0,804	0,768 a 0,841	<0,001
Quantidade duplicada: fator	1,75	1,70 a 1,79	<0,001
CITES: sim	2,80	2,38 a 3,29	<0,001
Região Norte	2,22	1,87 a 2,64	<0,001
Região Centro-Oeste	1,77	1,46 a 2,13	<0,001

Região Sudeste	2,02	1,80 a 2,26	<0,001
Região Sul	2,72	1,91 a 3,88	<0,001
Efeitos fixos de ano	incluídos	2014 (referência)	não se aplica

Nota: intervalos e valores p usam erros robustos HC3; região de referência: Nordeste; ano de referência: 2014. A marcação CITES é um campo administrativo do evento e não uma medida direta de risco ecológico. Fonte: elaboração própria.

Source: prepared by the authors.

A diferenciação observada sustenta parcialmente a H2, limitada à formulação administrativa. A base mostra que eventos com marcação CITES recebem multas maiores após os ajustes, mas não permite afirmar que o valor de conservação tenha sido internalizado de modo abrangente. Essa conclusão exigiria classificação completa de ameaça, informação populacional e atribuição inequívoca da multa a cada espécie.

A limitação é particularmente importante nos eventos multiespecíficos onde o mesmo valor de multa aparece associado a vários itens, sem decomposição por espécie. Por isso, comparações de multa por espécie foram restringidas e não foram usadas como teste inferencial. Os resultados de CITES expressam associação regulatória no nível do evento, não efeito causal nem medida direta do dano ecológico.

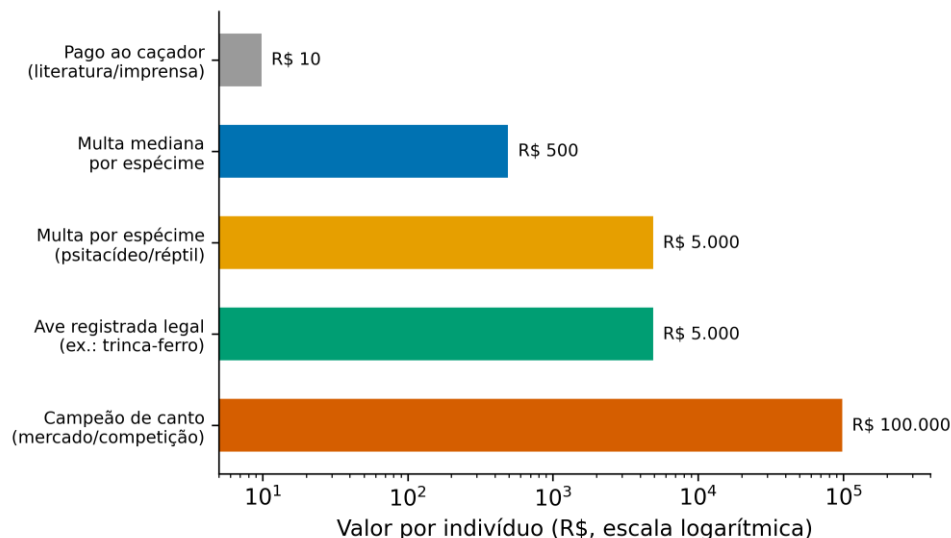
3.3 Multa registrada e referências de mercado

No universo descritivo de 2014 a 2024, foram contabilizados 275.209 espécimes após a deduplicação e a exclusão conservadora de animais domésticos. Na amostra principal de 2014 a 2023, os 8.658 eventos reuniram 207.355 espécimes e R\$ 233,2 milhões em multas registradas, com razão agregada de R\$ 1.125 por espécime e mediana de R\$ 500. Esses valores descrevem autos registrados, não cobrança ou arrecadação. Além disso, as apreensões representam apenas uma fração não mensurada do total capturado (RENTAS, 2001; Regueira & Bernard, 2012).

A comparação exploratória com referências da cadeia de valor do tráfico é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Comparação ilustrativa entre a multa por indivíduo e referências nominais da cadeia de valor do tráfico de aves canoras, em escala logarítmica. As referências provêm de anos e mercados distintos e não foram corrigidas pela inflação.

Figure 5 – Illustrative comparison between the fine per individual and nominal benchmarks along the songbird trafficking value chain, on a logarithmic scale. Benchmarks come from different years and markets and were not adjusted for inflation.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA e de valores reportados na literatura e na imprensa (RENTAS, 2001; TRIBUNA DE MINAS, 2018).

Source: prepared by the authors from IBAMA data and values reported in the literature and press (RENTAS, 2001; Tribuna de Minas, 2018).

As fontes consultadas descrevem valores que vão de poucos reais pagos ao capturador a dezenas ou centenas de milhares de reais atribuídos a exemplares de competição (RENTAS, 2001; Tribuna de Minas, 2018; Azeredo & Alves, 2024). Na escala ilustrativa da Figura 5, a mediana de R\$ 500 e o valor-base majorado de R\$ 5.000 ficam abaixo das referências mais altas. Essa comparação sugere possível descompasso no topo do mercado, mas não mede lucro, frequência de transação, legalidade do exemplar, pagamento da multa ou probabilidade de detecção. Portanto, não demonstra, isoladamente, que o crime compense.

Em operação da Polícia Militar Ambiental na região de Juiz de Fora, ao longo de sete meses de 2018, foram apreendidos 983 animais e aplicadas multas de aproximadamente R\$ 1,67 milhão (Tribuna de Minas, 2018), razão nominal próxima de R\$ 1.700 por animal. O exemplo é compatível com a ordem de grandeza observada, mas não constitui validação externa direta, porque agrega espécies, infrações e unidades analíticas distintas.

A H3, assim, permanece uma hipótese plausível, porém não confirmada causalmente pela base. As referências disponíveis justificam integrar dados de mercado às políticas de valoração, mas uma conclusão sobre dissuasão requer pelo menos estimativas de lucro ilícito, chance de detecção e proporção efetivamente cobrada e paga. A sanção pecuniária também deve ser analisada em conjunto com apreensão, responsabilização penal e medidas sobre a demanda e os circuitos de comercialização (Phelps, Biggs & Webb, 2016; Challender & MacMillan, 2014; Azeredo & Alves, 2024).

Esses resultados dialogam com a literatura internacional, que enfatiza as limitações de respostas centradas apenas na repressão e na elevação nominal de penas, bem como a necessidade de atuar sobre a demanda e a estrutura econômica das cadeias de tráfico (t Sas-Rolfes et al., 2019; Phelps, Biggs & Webb, 2016). No caso das aves canoras no Brasil, a demanda envolve criadores e torneios de canto que atribuem elevado valor a determinados exemplares. Ajustes nas multas devem, portanto, ser acompanhados por rastreabilidade, fiscalização dos circuitos de competição e controle da interface entre os mercados legal e ilegal (Alves et al., 2013; Almeida Campos & Gomes, 2024).

3.4 Retirada da natureza e o custo ecológico

A comparação entre retirada e multa suscita uma questão importante: o valor de conservação de um espécime não se confunde com seu valor de mercado nem com o montante de uma sanção. A subtração de um indivíduo de uma população silvestre pode acarretar perda de potencial reprodutivo, erosão genética e alterações em interações ecológicas, efeitos que não são integralmente representados por uma quantia monetária (Alvarenga, 2016; Destro, 2018; Morandini & Cunha, 2021).

Quando a captura incide sobre populações reduzidas ou ocorre em larga escala, seus efeitos podem ser amplificados. As aves canoras dos gêneros *Sporophila* e afins estão entre os grupos frequentemente registrados no comércio ilegal brasileiro, em razão do valor cultural e econômico atribuído ao canto (Alves et al., 2013; Souto et al., 2017; Ferrari et al., 2023). A base administrativa, contudo, não contém dados populacionais suficientes para quantificar o dano ecológico de cada evento.

Essa assimetria entre dano ecológico e resposta sancionatória torna-se ainda mais evidente quando se considera que o tráfico de aves no Brasil não envolve apenas episódios isolados, mas redes recorrentes de captura, transporte e comercialização, frequentemente associadas a centenas de espécies e a fluxos internos persistentes de animais silvestres (Alves et al., 2013; Destro et al., 2012; Nascimento et al., 2015). A captura de muitos indivíduos de uma mesma espécie pode produzir efeitos superiores à simples soma aritmética das perdas individuais, sobretudo quando incide sobre populações pequenas, espécies territorialistas, espécies com baixa taxa de reposição ou populações localmente empobrecidas. Esse tipo de pressão é compatível com a lógica do “efeito Allee antropogênico”, segundo a qual a raridade pode aumentar o valor econômico de determinadas espécies e, paradoxalmente, intensificar sua exploração justamente quando suas populações se tornam mais vulneráveis (Courchamp et al., 2006; Holden & McDonald-Madden, 2017).

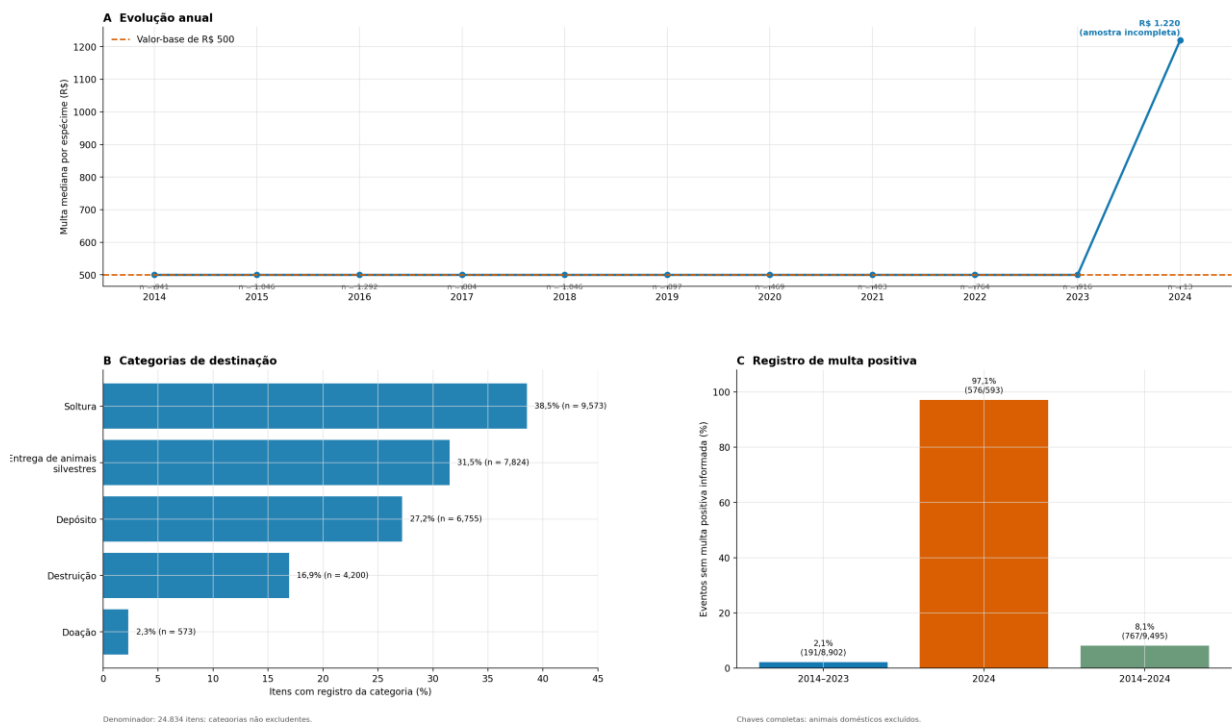
A legislação estabelece valores distintos para determinadas categorias, mas essa diferenciação formal não equivale à internalização integral do dano ecológico. Os registros não incorporam perdas demográficas, genéticas, sanitárias ou funcionais, nem permitem observar a restauração das populações. Assim, a multa deve ser interpretada como sanção administrativa, e não como compensação ecológica completa (Sarkar, 2013; Silva & Bernard, 2016; Magroski et al., 2017).

A destinação pôde ser descrita de forma rastreável no nível do item. Entre 24.834 itens deduplicados não domésticos com o campo preenchido, registraram-se soltura em 9.573 (38,5%), entrega de animais silvestres em 7.824 (31,5%), depósito em 6.755 (27,2%), destruição em 4.200 (16,9%) e doação em 573 (2,3%). Como um mesmo item podia conter mais de uma categoria e a quantidade não era repartida entre elas, os percentuais são não excludentes e não estimam a proporção de espécimes efetivamente reintegrados à natureza (Figura 6B).

A mediana anual da multa por espécime permaneceu em R\$ 500 de 2014 a 2023. Em 2024, foi de R\$ 1.220, mas com apenas 13 eventos elegíveis; o valor não deve ser interpretado como tendência (Figura 6A). Entre 9.495 eventos de chave completa e sem animais domésticos, 767 (8,1%) não apresentaram multa positiva. A proporção foi de 191 em 8.902 (2,1%) em 2014–2023 e de 576 em 593 (97,1%) em 2024. Quatro eventos de 2024 continham valores positivos conflitantes e foram excluídos dos modelos. A incompletude de 2024 domina o percentual agregado e não representa taxa de cobrança ou execução sancionatória (Figura 6C).

Figura 6 – Resultados descritivos complementares. (A) Mediana anual da multa por espécime entre eventos de chave completa, multa positiva não conflitante e animais domésticos excluídos; (B) presença das principais categorias no campo de destinação de 24.834 itens deduplicados não domésticos com informação preenchida, com categorias não excludentes; (C) proporção de eventos de chave completa sem multa positiva informada, por período.

Figure 6 – Complementary descriptive results. (A) Annual median fine per specimen among events with a complete key, one non-conflicting positive fine, and domestic animals excluded; (B) presence of the main categories in the destination field of 24,834 deduplicated non-domestic items with information recorded, with non-exclusive categories; (C) proportion of complete-key events without a positive fine recorded, by period.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA.

Source: prepared by the authors from IBAMA data.

A multa não deve ser interpretada como reparação integral do dano ecológico. Tampouco os dados disponíveis permitem concluir que o sistema seja ou não dissuasório, porque não informam detecção, cobrança, pagamento ou reincidência. O resultado empiricamente sustentado é mais restrito: a multa registrada cresce menos que proporcionalmente à quantidade e permanece fortemente concentrada em R\$ 500 por espécime. Avaliar sua calibração como instrumento de incentivo requer integrar esses registros a dados de execução e mercado (Shimshack, 2014; Polinsky & Shavell, 2000; 't Sas-Rolfes et al., 2019).

Essa integração também ampliaria o valor dos registros para o monitoramento da conservação. Se a multa por espécime fosse periodicamente cotejada com indicadores de mercado e de estado populacional, variações na composição das apreensões poderiam sinalizar mudanças na demanda e no esforço de captura. Para isso, são necessários identificador estável do evento, taxonomia validada e ligação entre apreensão, decisão administrativa, arrecadação e destinação.

3.5 Concentração, robustez e análise de sensibilidade

As multas apresentaram coeficiente de Gini de 0,851 e as quantidades, de 0,829, o que descreve alta concentração em ambas as distribuições. Além disso, 4.690 eventos (54,2%) tiveram multa por espécime exatamente igual a R\$ 500. As curvas de Lorenz são apresentadas na Figura 7A, e a concentração em R\$ 500, na Tabela 2. O Gini, por si só, não demonstra desconto de escala; essa hipótese é avaliada pelas elasticidades.

Na análise log-log não ajustada, a elasticidade foi de 0,828 (IC 95% bootstrap: 0,808 a 0,848). No GLM Gama ajustado, foi de 0,804 (IC 95% robusto: 0,768 a 0,841). Nas análises estratificadas, as inclinações foram 0,853 nos eventos do art. 24, 0,792 nos monoespecíficos, 0,868 nos eventos sem marcação CITES e 0,873 na interseção entre art. 24, monoespecificidade e ausência de CITES; todas permaneceram estatisticamente inferiores à unidade. As regressões quantílicas estimaram 1,000 no quantil 0,50 e 0,852 no quantil 0,90. O último coeficiente descreve a parte superior condicional da distribuição das multas, não necessariamente os eventos com maior quantidade. Após a exclusão de 342 observações influentes pela distância de Cook, a inclinação foi 0,820. As estimativas constam na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de concentração, escala, robustez e sensibilidade na amostra principal.

Table 2. Concentration, scale, robustness, and sensitivity results in the main sample.

Resultado/análise	Estimativa	IC 95% ou faixa	n / observação
Concentração (Gini)	0,851 (multas); 0,829 (quantidades)	—	8.658 eventos
Multa de R\$ 500 por espécime	4.690/8.658 (54,2%)	—	8.658 eventos
Elasticidade log-log não ajustada	0,828	0,808 a 0,848	8.658; 2.000 bootstraps
Elasticidade Gama ajustada	0,804	0,768 a 0,841	8.658; HC3
Fator para duplicação da quantidade	1,75	1,70 a 1,79	derivado de $2^{\wedge}\beta$
Art. 24, monoespecíficos e sem CITES	0,792 a 0,873	todas abaixo de 1	n = 1.885 a 8.029
Regressão quantílica: q0,50	1,000	—	8.658 eventos
Regressão quantílica: q0,90	0,852	—	8.658 eventos
Após exclusão por distância de Cook	0,820	—	342 excluídos
Sensibilidade com valor declarado	razão 6,14; p* = 0,163	—	2.401 eventos

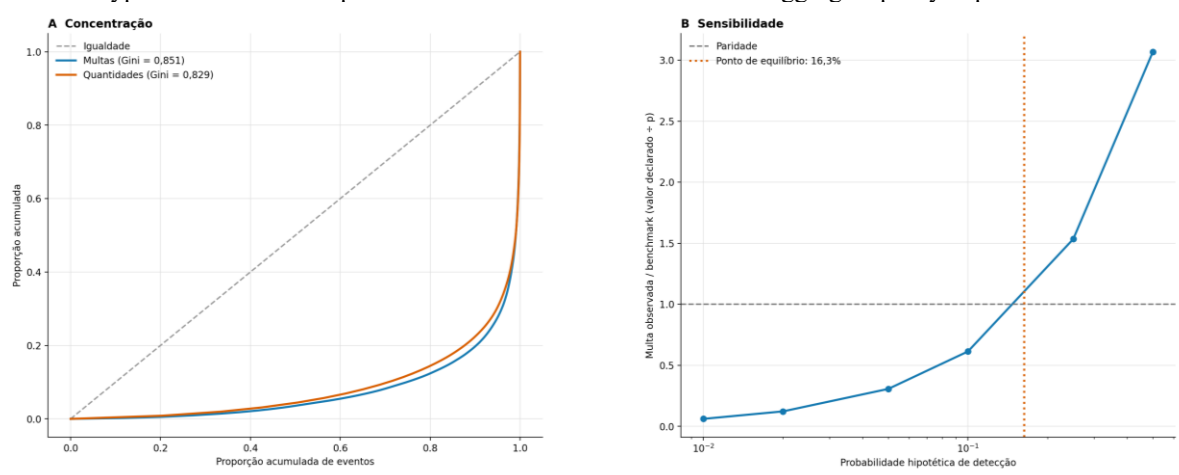
Fonte: elaboração própria.

Source: prepared by the authors.

A marcação CITES esteve associada a multa esperada 2,80 vezes maior (IC 95% robusto: 2,38 a 3,29; $p < 0,001$), mantidas quantidade, região e ano. Em relação ao Nordeste, os fatores foram 2,22 no Norte, 1,77 no Centro-Oeste, 2,02 no Sudeste e 2,72 no Sul, todos com $p < 0,001$. A associação CITES permaneceu nos subconjuntos do art. 24 e de eventos monoespecíficos. Os resultados expressam padrões administrativos, não medidas diretas do dano ecológico ou do risco de extinção (Figura 7).

Figura 7 – Concentração e sensibilidade na amostra principal. (A) Curvas de Lorenz das multas e quantidades, com os respectivos coeficientes de Gini; (B) razão entre a multa registrada e o benchmark agregado, valor declarado dividido por p , segundo probabilidades hipotéticas de detecção. A linha vertical indica paridade agregada em $p = 0,163$.

Figure 7 – Concentration and sensitivity in the main sample. (A) Lorenz curves for fines and quantities, with their respective Gini coefficients; (B) ratio of the recorded fine to the aggregate benchmark, declared value divided by p , across hypothetical detection probabilities. The vertical line indicates aggregate parity at $p = 0.163$.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBAMA.

Source: prepared by the authors from IBAMA data.

Nos 2.401 eventos com valor declarado positivo, a multa registrada agregada correspondeu a 6,14 vezes o valor declarado. No cenário em que o valor declarado é dividido por uma probabilidade hipotética de detecção, a paridade agregada ocorreu em $p = 0,163$. O exercício não estima multa ótima nem demonstra dissuasão, porque o valor declarado não equivale necessariamente a lucro ou dano, e a base não informa detecção, cobrança ou pagamento. Os cenários são apresentados na Figura 7B e na Tabela 2.

4. Implicações para a governança ambiental

O sistema de valoração observado é internamente estruturado, mas seu alinhamento externo não pode ser estabelecido com esta base. A quantidade, o valor-base do art. 24 e a marcação CITES explicam parte relevante das multas registradas. Contudo, não há dados suficientes para verificar se esses valores correspondem ao dano ecológico, ao ganho privado ou ao montante efetivamente arrecadado. Assim, coerência administrativa não equivale automaticamente a eficácia conservacionista ou dissuasória.

Os resultados mostram que a penalidade não é um valor uniforme por evento: ela segue patamares regulatórios e varia com quantidade, CITES, região e ano. A mediana permaneceu em R\$ 500 por espécime de 2014 a 2023. Embora a manutenção nominal desse valor implique perda real diante da inflação, o estudo não estimou série monetária corrigida. O valor de 2024 não deve ser usado para inferir elevação recente, pois apenas 13 eventos eram elegíveis e 97,1% dos eventos completos não tinham multa positiva informada.

A sanção pecuniária deve ser analisada junto com a probabilidade de detecção e a efetividade da cobrança (Becker, 1968; Keane et al., 2008; Silva & Bernard, 2016). Uma multa aplicada não é necessariamente confirmada, cobrada ou paga. Para segmentos de alto valor, também são relevantes a

apreensão tempestiva, a responsabilização penal, a desarticulação de redes de comercialização e o controle da interface entre os mercados legal e ilegal, inclusive pela rastreabilidade das anilhas (Azeredo & Alves, 2024).

A multa é apenas um componente do arranjo de governança. A apreensão do espécime e a interrupção da atividade podem reduzir o dano imediato, embora não recuperem perdas ecológicas já ocorridas. A efetividade do sistema depende da articulação entre fiscalização, decisão administrativa, cobrança, destinação e medidas de prevenção da demanda.

Os resultados recomendam avaliar, com dados adicionais, a atualização dos valores de referência, a possibilidade de progressividade por volume, o fortalecimento da rastreabilidade e a integração dos sistemas de informação do IBAMA e dos órgãos estaduais. Qualquer revisão deve considerar o enquadramento legal, as circunstâncias do caso, o risco de sanções desproporcionais e evidências sobre detecção, pagamento e reincidência.

5. Considerações finais

A valoração administrativa das multas de fauna do IBAMA segue uma estrutura reconhecível: é fortemente associada à quantidade, concentra-se no valor-base de R\$ 500 por espécime e apresenta diferenciação vinculada à marcação CITES. A H1 foi sustentada: a elasticidade permaneceu abaixo da unidade no modelo principal e em todos os subconjuntos analisados. A H2 foi sustentada apenas em sua formulação administrativa, pois CITES não equivale a uma medida direta do valor de conservação. A H3 recebeu apenas apoio exploratório das referências nominais de mercado e não pode ser considerada confirmada sem dados sobre lucro, detecção e pagamento.

A principal contribuição empírica é demonstrar que o desconto de escala não depende apenas de eventos multiespecíficos, de registros fora do art. 24 ou da presença de marcação CITES. O padrão persistiu em amostras mais homogêneas, inclusive na interseção entre art. 24, monoespecificidade e ausência de CITES. Ao mesmo tempo, a análise identifica limites claros: a unidade é aproximada, a multa não é decomposta por espécie e a base registra aplicação nominal, não arrecadação.

Pesquisas futuras devem vincular o auto às fases de julgamento, cobrança e pagamento, construir classificação taxonômica e de ameaça exaustiva, estimar preços por espécie e segmento e observar reincidência e probabilidade de detecção. Esses avanços permitiriam distinguir proporcionalidade administrativa, internalização do dano e dissuasão, três dimensões que os dados atuais não permitem tratar como equivalentes.

Disponibilidade dos dados

Os registros administrativos de apreensão de fauna analisados foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por meio da Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011) e podem ser disponibilizados mediante solicitação ao autor.

Referências

- 't Sas-Rolfes, M., et al. (2019). Illegal wildlife trade: scale, processes, and governance. **Annual Review of Environment and Resources**, 44, 201-228.
- Alexander, K. A., & Sanderson, C. E. (2017). Battling the illegal wildlife trade. **Nature Ecology & Evolution**, 1(4), 0090.
- Almeida Campos, S. F., & Gomes, F. B. R. (2024). A procura da caçada perfeita: a cultura da criação de curios e as competições com o pássaro na Amazônia brasileira. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, 46(1).
- Alvarenga, L. J. (2016). Tráfico de animais silvestres: historiografia e lógicas de continuidade. *MPG Jurídico*:

Revista do Ministério Público de Minas Gerais, 1, 33-39.

- Alves, R. R. N., Lima, J. R. F., & Araújo, H. F. P. (2013). The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview. **Bird Conservation International**, 23(1), 53-65.
- Andrighetto, A., & Kraemer, T. A. (2023). Combate Ao tráfico De animais silvestres do Brasil: análise da gestão ambiental brasileira. **Revista Da Defensoria Pública Da União**, 19(19), 167-196.
- Azeredo, L. M. M., & Alves, R. R. N. (2024). Understanding the drivers of the live bird trade in Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, 13, 05.
- Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, 76(2), 169-217.
- Brasil. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2008.
- Brasil. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2011.
- Brasil. **Lei 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.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. 1998.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. Atualiza a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2022.
- Challender, D. W. S., & MacMillan, D. C. (2014). Poaching is more than an enforcement problem. **Conservation Letters**, 7(5), 484-494.
- Courchamp, F., Angulo, E., Rivalan, P., Hall, R. J., Signoret, L., Bull, L., & Meinard, Y. (2006). Rarity value and species extinction: the anthropogenic Allee effect. **PLoS biology**, 4(12), e415.
- Destro, G. F. G., Pimentel, T. L., Sabaini, R. M., Borges, R. C., & Barreto, R. (2012). Efforts to combat wild animals trafficking in Brazil. In **Biodiversity enrichment in a diverse world**. IntechOpen.
- Destro, G.F.G. **Tráfico de animais silvestres: da captura ao retorno à natureza.** 2018. 195 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- Dias, M. B. F., Cunha, H. F. A., & Dias, T. C. A. C. (2014). Caracterização das apreensões de fauna silvestre no estado do Amapá, Amazônia oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, 4(1), 65-73.
- Engeman, R. M., Shwiff, S. A., Smith, H. T., & Constantin, B. (2004). Monetary valuation of rare species and imperiled habitats as a basis for economically evaluating conservation approaches. **USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications**, 121.
- Ferrari, G. C. P., Loiselle, B. A., Vale, M. M., et al. (2023). Wanted: a systematic review of the most trafficked songbirds in a Neotropical hotspot. **Frontiers in Forests and Global Change**, 6, 930668. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.930668>
- Festa-Bianchet, M. (2012). Rarity, willingness to pay and conservation. **Animal Conservation**, 15(1), 12-13.
- Gama, T. F., & Sassi, R. (2008). Aspectos do comércio ilegal de pássaros silvestres na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, 2(2), 1-20.
- Garber, P. A., Estrada, A., Bicca-Marques, J. C., et al. (2024). Securing a future for the world's primates and other wildlife threatened by the illegal trade. **Frontiers in Conservation Science**, 5, 1400613. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2024.1400613>

- Gastwirth, J. L. (1972). The estimation of the Lorenz curve and Gini index. **The review of economics and statistics**, 306-316.
- Holden, M. H., & McDonald-Madden, E. (2017). High prices for rare species can drive large populations extinct: the anthropogenic Allee effect revisited. **Journal of theoretical biology**, 429, 170-180.
- Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: a 2D graphics environment. **Computing in Science & Engineering**, 9(3), 90-95.
- Keane, A., Jones, J. P. G., Edwards-Jones, G., & Milner-Gulland, E. J. (2008). The sleeping policeman: understanding issues of enforcement and compliance in conservation. **Animal Conservation**, 11(2), 75-82.
- Khoerunisa, A. A., Hisaaby, A., Alana, A., Prameswari, S. T., & Meliyani, Y. (2026). Perdagangan Satwa Dilindungi Sebagai Bentuk Kejahatan Lingkungan. **Adagium: Jurnal Ilmiah Hukum**, 4(1), 32-54.
- Koenker, R. (2017). Quantile regression: 40 years on. **Annual review of economics**, 9, 155-176.
- Lindqvist, R., Lombardini, C., Suvantola, L., & Ollikainen, M. (2024). The deterrence effect of criminal sanctions against environmental crime in Finland: an application of the rational choice model of crime. **European Journal of Law and Economics**, 58(2), 175-200. <https://doi.org/10.1007/s10657-024-09818-8>
- Lorenz, M. O. (1905). Methods of measuring the concentration of wealth. **Publications of the American statistical association**, 9(70), 209-219.
- Magroski, L. M., do Nascimento Pessoa, A., de Lucena, W. G., Loures-Ribeiro, A., & de Araújo, C. B. (2017). Where to release birds seized from illegal traffic? The value of vocal analyses and ecological niche modeling. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 15(2), 91-101.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). **Generalized linear models** (2a ed.). London: Chapman & Hall.
- McKinney, W. (2010). Data structures for statistical computing in Python. **Proceedings of the 9th Python in Science Conference**, Austin, TX, USA, 51-56.
- Morandini, R. R., & Cunha, P. R. (2021). Tráfico de animais silvestres e a legislação ambiental brasileira. *Revista de Ciências Sociais e Jurídicas*, 3(1), 94-107.
- Muller, E. S., Matiazzo, M. F., Cassol, A. S., & Fortes, V. B. (2022). Crimes against wild animals in the west of santa catarina, brazil: an analysis from assessments and seizures carried out by the environmental military police of Chapecó. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, 19(1), 01-20.
- Nascimento, C. A. R., Czaban, R. E., & Alves, R. R. N. (2015). Trends in illegal trade of wild birds in Amazonas state, Brazil. **Tropical Conservation Science**, 8(4), 1098-1113.
- Oliveira, W. S. L., Borges, A. K. M., de Faria Lopes, S., Vasconcellos, A., & Alves, R. R. N. (2020). Illegal trade of songbirds: an analysis of the activity in an area of northeast Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 16(1), 16
- Phelps, J., Biggs, D., & Webb, E. L. (2016). Tools and terms for understanding illegal wildlife trade. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 14(9), 479-489.
- Pigou, A. C. (1920). **The Economics of Welfare**. London: Macmillan.
- Polinsky, A. M., & Shavell, S. (2000). The economic theory of public enforcement of law. **Journal of Economic Literature**, 38(1), 45-76. <https://doi.org/10.1257/jel.38.1.45>
- Regueira, R. F. S., & Bernard, E. (2012). Wildlife sinks: quantifying the impact of illegal bird trade in street markets in Brazil. **Biological Conservation**, 149, 16-22.

- RENTAS – Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres (2001). **1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre**. Brasília: RENTAS.
- Sarkar, S. (2013). Multiple Criteria and Trade-Offs in Environmental Ethics: Comment on “Ethics of Species Research and Preservation” by Rob Irvine. **Journal of bioethical inquiry**, 10(4), 533-537.
- Seabold, S., & Perktold, J. (2010). Statsmodels: econometric and statistical modeling with Python. **Proceedings of the 9th Python in Science Conference**, Austin, TX, USA, 92-96.
- Shimshack, J. P. (2014). The economics of environmental monitoring and enforcement. **Annual Review of Resource Economics**, 6, 339-360. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012445>
- Silva, E. M., & Bernard, E. (2016). Inefficiency in the fight against wildlife crime in Brazil. **Oryx**, 50(3), 468-473.
- Souto, W. M. S., et al. (2017). Singing for cages: the use and trade of Passeriformes as wild pets in an economic center of the Amazon – NE Brazil route. **Tropical Conservation Science**, 10, 1-19.
- Spash, C. L. (2015). **Bulldozing biodiversity: the economics of optimal extinction**. Vienna: WU Vienna University of Economics and Business. 40 p. (SRE Discussion Papers, n. 2015/01). DOI: <https://doi.org/10.57938/fd3f84c2-68b4-4109-801b-39aea7f11ee2>
- Tribuna de Minas (2018). **Tráfico de animais leva a quase mil espécies apreendidas**. Juiz de Fora, 4 nov. Disponível em: <https://tribunademinas.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2026.