







Fatores multivariados associados a ocorrência de crimes ambientais no estado do Amapá - Amazônia - Brasil

Samuel Nahon da COSTA ^{*1}, Diego Armando Silva da SILVA ¹, Mayson Viana de FREITAS ²,
Carla Samara Campelo de SOUSA ¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Laranjal do Jari, AP, Brasil.

² Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

*E-mail: samuel.engflorestal@gmail.com

Submetido em 25/05/2023; Aceito em 20/02/2024; Publicado em: 26/02/2024.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar quais variáveis socioeconômicas mostram uma maior relação com o cometimento de crimes ambientais no estado do Amapá. Os dados sobre as ocorrências de crimes ambientais foram extraídos da plataforma de Procedimento Policiais Eletrônicos (PPE). Para a determinação dos crimes ambientais, as ocorrências foram analisadas e categorizadas à luz da Lei nº 9.605/98. Para a compreensão da relação entre os dados, foi realizada a análise multivariada de componentes principais. Os resultados mostraram as cidades como Macapá, Vitória do Jari e Porto Grande com grande propensão para a prática de crimes ambientais. Os crimes contra fauna indicaram que os fatores econômico e educacional influenciam de forma expressiva nesse tipo de infração, além da predisposição para o fator cultural, carecendo de uma educação ambiental para o combate a esse tipo de delito. Os crimes relacionados a flora demonstraram que pessoas de baixa renda tendem a agir de maneira mais direta no desmatamento, enquanto as de renda mais elevada, apresentaram perfil voltado mais para venda ilegal da madeira na sua modalidade já processada. As infrações ambientais acerca da poluição apontam que é praticada, principalmente, pelo adensamento populacional, por pessoas com alto poder aquisitivo e baixo grau de instrução.

Palavras-chave: educação ambiental; legislação ambiental; perícia ambiental.

Multivariate factors associated with the occurrence of environmental crimes in the state of Amapá - Amazônia - Brazil

ABSTRACT: This work aimed to evaluate which socioeconomic variables show a greater relationship with the commission of environmental crimes in the state of Amapá. Data on occurrences of environmental crimes were extracted from the Electronic Police Procedure Platform (acronym in Portuguese: PPE). The occurrences were analyzed and categorized under Law nº 9.605/98 to determine environmental crimes. A multivariate analysis of principal components was performed to understand the relationship between the data. The results showed cities like Macapá, Vitória do Jari and Porto Grande have a great propensity for the practice of environmental crimes. Crimes against fauna indicated that economic and educational factors significantly influence this type of infraction, in addition to a predisposition to the cultural factor, requiring environmental education to combat this type of crime. Flora-related crimes showed that low-income people tend to act more directly in deforestation. In contrast, those with higher incomes showed a profile focused more on the illegal sale of wood in its already processed form. Environmental infractions about pollution point out that it is mainly practiced by population density, by people with high purchasing power and low levels of education.

Keywords: environmental education; environmental legislation; environmental expertise.

1. INTRODUÇÃO

Devido a importância da manutenção da qualidade dos recursos naturais para garantir a sobrevivência das espécies no planeta Terra, a preocupação com os crimes ambientais tornou-se cada vez mais corriqueiro (VIDAL et al., 2019). Nesse contexto, os crimes ambientais podem ser entendidos como atos deletérios à qualidade ambiental promovidos por pessoas físicas ou jurídicas conforme dispõe a lei dos crimes ambientais (BRASIL, 1998; RIBEIRO; CORRÊA, 2019).

No Brasil, a preocupação com esse tipo de crime tornou-se notória somente a partir da Constituição da República Federativa, promulgada em 05 de outubro de 1988, ocasião na qual o meio ambiente passou a ser constitucionalmente

tutelado, transformando-se em Direito Fundamental em consonância com o direito à vida (SILVA, 2017).

Para que houvesse na prática o reconhecimento do meio ambiente como um Direito Fundamental, seria necessária uma regulamentação em uma legislação específica. Portanto, entrou-se em vigor, a partir de 12 de fevereiro de 1998, a Lei nº 9.605/98, conhecida como a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998). Na citada lei, os crimes ambientais são abordados e divididos em diferentes categorias: Crimes contra a fauna; Crimes contra a flora; Poluição e outros crimes ambientais (VIDAL et al., 2019).

Embora haja todo esse arcabouço jurídico, é interessante notar que os crimes ambientais, assim como outros diversos

tipos criminais, têm suas especificidades. Nesse contexto, estudos que buscam analisar quais fatores podem estar relacionados ao cometimento desse tipo de crime ainda é insipiente (AZEVEDO; VIEIRA, 2018; RIBEIRO; CORRÊA, 2019; SILVA et al., 2021). Esse estudo tem sua base no conceito de criminalidade, a qual é usualmente estudada em diferentes áreas e através de diferentes abordagens (SANTOS et al., 2021). Questões como rendimentos, desemprego, desigualdade social, pobreza, densidade demográfica e interação social passaram a ser tratadas como possíveis explicações para a ocorrência de crimes (PROCÓPIO; TOYOSHIMA, 2017).

Desse modo, a estatística multivariada é uma das formas utilizadas para analisar uma quantidade expressiva de variáveis que podem ter relação com um fenômeno estudado, permitindo a análise e interpretação de conjuntos de dados de natureza quantitativa com grande número de variáveis de forma simplificada (NEISSE; HONGYU, 2016).

No bojo das discussões acerca da proteção ambiental, a Amazônia tem importante destaque por representar o maior bioma de floresta úmida do mundo e abrigar inúmeras espécies naturais (AZEVEDO; VIEIRA, 2018). Dentre os estados que compõe a região amazônica, destaca-se o estado do Amapá.

O Amapá apresenta conjuntura única entre todos os Estados da Amazônia pelo percentual de áreas protegidas criadas em níveis federal, estadual e municipal, que supera 70% de seu território, dos quais se atribui cerca de 62% às 19 UC existentes (CASTRO NETO et al., 2017), as quais integram o Corredor da Biodiversidade do Amapá, visando conciliar a conservação da natureza com o desenvolvimento econômico e social (CUNHA et al. 2013).

Todavia, tal “status de proteção” dificilmente será consolidado e alcançará a sustentabilidade necessária sem os instrumentos indispensáveis para uma gestão efetiva de todo sistema (CASTRO NETO et al., 2017). Portanto, torna-se imprescindível um estudo que compreenda o perfil dos atores envolvidos nos ilícitos ambientais, permitindo desta forma um monitoramento mais assertivo dos casos (SILVA et al., 2021).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar quais variáveis socioeconômicas e/ou demográficas podem indicar uma relação com o cometimento de crimes ambientais no estado do Amapá, mostrando quais modalidades de crimes ambientais e quais municípios desse estado são mais propensos a prática de ilícitos ambientais, além de propor medidas que contornem essa problemática.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada em todo o estado do Amapá, o qual possui 877.613 habitantes em uma área de 142.470,762 km², resultando em densidade demográfica igual a 6,16 hab. Km⁻² (Figura 1).

O Amapá é o segundo estado menos populoso do país (SUDAM, 2020) e encontra-se inserido no bioma Amazônia. O estado é caracterizado por três unidades de paisagem que, enquanto unidades, apresentam homogeneidade nos aspectos físico-geográficos: a) Áreas Inundáveis; b) Cerrado amapaense c) Floresta de Terra Firme (IEPA, 2008). Estas unidades se distribuem sobre a área do estado principalmente pela sua disposição em faixas longitudinais a partir do litoral amapaense (IEPA, 2008).

O clima oficial do Estado do Amapá é tropical superúmido, e possuiu duas regiões climáticas principais: úmida com um ou dois meses secos (setembro e outubro) e predomina sobre a maior parte do interior do Estado - norte, sul, oeste e toda a parte central, e a úmida com três meses secos (setembro, outubro e novembro) registrada na maior parte do litoral, a leste (SEMA, 2010).



Figura 1. Caracterização do estado do Amapá com suas delimitações territoriais. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do estado do Amapá – SEMA (2010)

Figure 1. Characterization of the state of Amapá with its territorial delimitations. Source: Amapá State Department of the Environment – SEMA (2010)

2.2. Coleta de dados

Os dados sobre as ocorrências de crimes ambientais foram extraídos da plataforma de Procedimento Policiais Eletrônicos (PPE), ferramenta do Sistema Nacional de Informações de Segurança Pública, Prisional e sobre Drogas - SINESP, através do Portal da Secretaria Nacional de Segurança Pública do Ministério da Justiça - SENASP/MJ.

Os dados foram coletados mediante autorização da Delegacia Geral de Polícia Civil do Amapá. O período de análise documental se deu entre os anos de 2018 a 2022, visto que o PPE foi implementado no estado do Amapá apenas a partir de 2018.

A plataforma PPE recebe boletins de ocorrências registradas pela Polícia Civil do Estado do Amapá. Essas ocorrências podem ser registradas de maneira direta pela Polícia Judiciária ou através da presença de outras forças da Segurança Pública e Órgão Fiscalizador na área ambiental.

As informações foram registradas através de planilhas do Excel com os seguintes dados: ano da ocorrência, local e tipo de crime cometido. As informações dos infratores igualmente foram registradas, sendo elas: idade, gênero e nível de escolaridade (SILVA et al., 2021). Além disso foram coletados do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) dados dos respectivos municípios do estado do Amapá referentes a densidade demográfica, Produto Interno Bruto (PIB) per capita, taxa da população sobrevivendo com até meio salário mínimo, salário mínimo médio dos trabalhadores formais e taxa de escolarização.

2.3. Análise dos dados

Para a determinação dos crimes ambientais, as ocorrências foram analisadas e categorizadas à luz da Lei nº 9.605/98 (BRASIL, 1998), chamada Lei dos Crimes Ambientais (LCA). Os artigos utilizados nas análises foram: art. 29, art. 38, art. 39, art. 40, art. 45, art. 46, art.51, art. 54, art. 56 e art. 60 (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos artigos utilizados no trabalho de acordo com a Lei dos Crimes Ambientais

Table 1. Description of articles used in the work by the Environmental Crimes Law

| Artigo LCA | Corpo da Lei |
|------------|--|
| Art. 29 | Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente... |
| Art. 38 | Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção. |
| Art. 39 | Cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente... |
| Art.40 | Causar dano direto ou indireto às Unidades de Conservação... |
| Art.45 | Cortar ou transformar em carvão madeira de lei, assim classificada por ato do Poder Público, para fins industriais, energéticos ou para qualquer outra exploração... |
| Art.46 | Receber ou adquirir, para fins comerciais ou industriais, madeira, lenha, carvão e outros produtos de origem vegetal, sem exigir a exibição de licença do vendedor, outorgada pela autoridade competente... |
| Art.51 | Comercializar motosserra ou utilizá-la em florestas e nas demais formas de vegetação, sem licença ou registro da autoridade competente. |
| Art.54 | Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora. |
| Art. 56 | Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente... |
| Art.60 | Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização... |

Todas as informações quantitativas foram preliminarmente submetidas a uma análise estatística descritiva. Para a compreensão da relação entre os dados dos registros dos crimes ambientais foi realizada a análise multivariada de componentes principais (HONGYU et al., 2016).

O método de componentes principais é um dos métodos de análise multivariada mais utilizado para exploração de dados, consistindo na aplicação de conjuntos estatísticos em situações nas quais diferentes variáveis ou características são medidas, simultaneamente, em cada elemento amostral (BRO; SMILDE, 2014). Sua ideia é simples: reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados, preservando o máximo de "variabilidade" (ou seja, informações estatísticas) possível (JOLLIFFE; CADIMA, 2016).

Antes de ser utilizado o método de análise dos componentes principais, as variáveis estudadas foram padronizadas (média igual a zero e variância igual à unidade), pois algumas delas apresentaram unidades de medidas diferentes (ALVES et al., 2014). As análises estatísticas foram realizadas na linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2022)

3. RESULTADOS

3.1. Aspectos gerais

Para a análise, encontrou-se 198 ocorrências registradas entre os anos de 2018 até 2022. A Figura 2 mostra detalhadamente a distribuição dos registros de ilícitos ambientais registradas durante a série temporal analisada em todos os municípios do estado do Amapá.

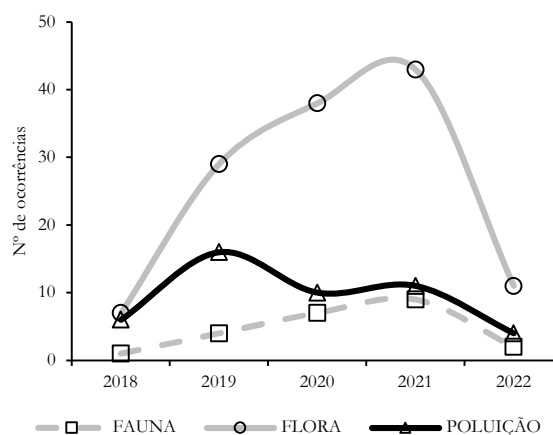


Figura 2. Número de ocorrências registradas de crimes ambientais entre os anos de 2018 a 2022 no estado do Amapá

Figure 2. Number of registered occurrences of environmental crimes between the years 2018 and 2022 in the state of Amapá

Percebe-se um elevado número de crimes ambientais relacionados a ações contra a flora, sobretudo no ano de 2021. É possível observar que 64,64% de todas as ocorrências registradas no intervalo de tempo analisado foram referentes a esse tipo penal. Além disso, é importante destacar que o ano de 2021 mostrou-se como o período de maior incidência de infrações ambientais, correspondendo a 31,8% de todos os registros observados na análise temporal. Em uma outra abordagem, quando se analisa os municípios que compõe o estado do Amapá em comparação aos números de ocorrências ambientais registradas, observa-se os seguintes resultados (Figura 3).

A Figura 3 revela que Macapá, capital do Amapá, é uma das cidades que mais apresentam ocorrências de crimes ambientais no estado, seguidas por Porto Grande, Santana e Laranjal do Jarí, onde juntas representam 73,8% de todas os registros realizados nas Unidades Policiais. Por outro lado, os municípios de Pedra Branca e Serra do Navio mostraram as menores incidências de crimes ambientais, totalizando, ambos, apenas 02 (duas) ocorrências entre os anos de 2018 a 2022. Nota-se também que a maioria dos municípios demonstraram notória inclinação para o cometimento de atos deletérios voltados para a flora, refletindo os resultados contidos na Figura 2.

Em relação aos resultados obtidos pela aplicação da técnica dos componentes principais, estão presentes na Figura 4.

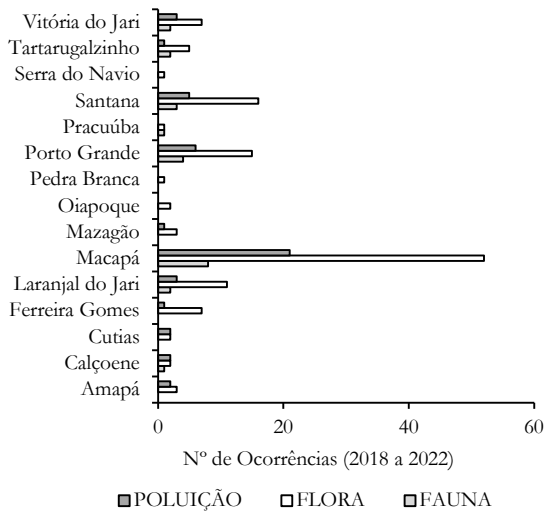


Figura 3. Número de ocorrências registradas de crimes ambientais entre os anos de 2018 a 2022 nos municípios do estado do Amapá.
 Figure 3. Number of registered occurrences of environmental crimes between the years 2018 and 2022 in the municipalities of the state of Amapá.

Os resultados mostraram que as duas componentes principais foram responsáveis por explicar 55,1% da variância total dos dados.

Outro aspecto diz respeito a correlação das variáveis estudadas. No componente principal 1, os fatores relacionados ao salário médio dos trabalhadores e a densidade demográfica apresentaram uma expressiva correlação positiva com o cometimento de crimes ambientais no estado do Amapá. Esses resultados também foram observados pela variável PIB per capita, no componente principal 2.

No componente principal 2, onde o PIB per capita mostrou-se promissor, destaca-se o município de Mazagão. Essa cidade foi a que mais se distanciou das outras analisadas na Figura 4. É possível observar também que entre todos os municípios estudados, Santana e Ferreira Gomes foram as que apresentaram menores valores dentro do gráfico de correlação.

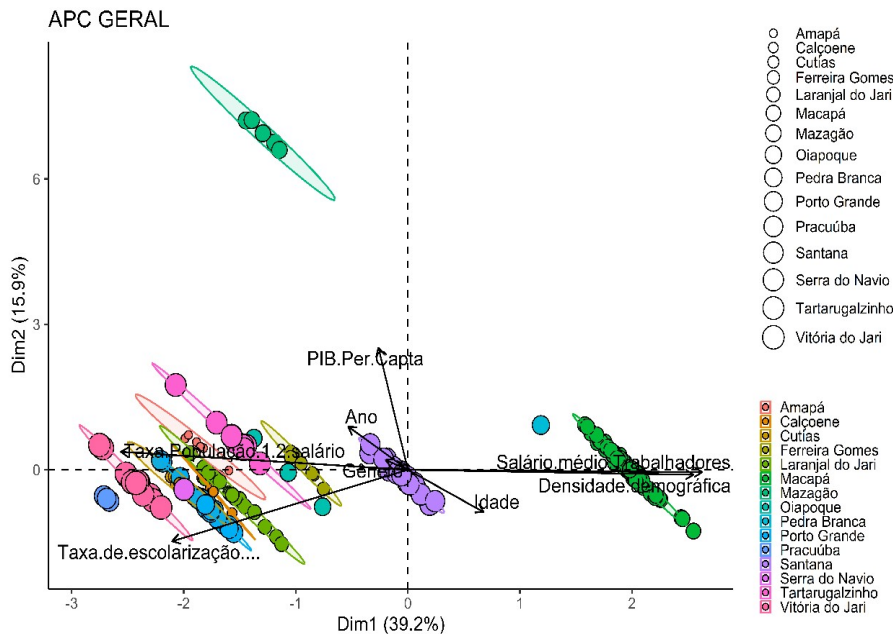


Figura 4. Biplot mostrando a projeção das variáveis nos dois primeiros componentes principais com a discriminação dos 15 municípios do estado do Amapá.
 Figure 4. Biplot shows the projection of the variables in the first two principal components with the distinction of the 15 municipalities in the state of Amapá.

3.2. Crimes contra fauna

Em outra abordagem, quando se analisou de forma individual o artigo que versa sobre crimes contra a fauna, dentro da Lei dos Crimes Ambientais, os dados revelaram os seguintes resultados (Figura 5).

O círculo de correlação presente na Figura 5 apresenta os fatores econômicos e educacionais com significativa correlação positiva e negativa, respectivamente. Além disso, percebe-se uma correlação negativa no fator idade e positiva no fator gênero.

3.3. Crimes contra flora

Nesse contexto, também foi realizado uma análise sobre a incidência de crimes ambientais relacionadas a flora amapaense (Figura 6). Os dados referentes a flora mostraram que os fatores econômicos apresentaram uma expressiva correlação negativa para ao cometimento de crime ambientais voltados diretamente ao ato de cortar madeira e extrair árvores de forma ilegal (art. 38 e art. 39), ao passo que os crimes relacionados a venda de madeira já cortadas (art. 45 e art.46) mostraram valores correlacionados de maneira positiva. A variável ano também mostrou valores expressivos dentro círculo de correlação.

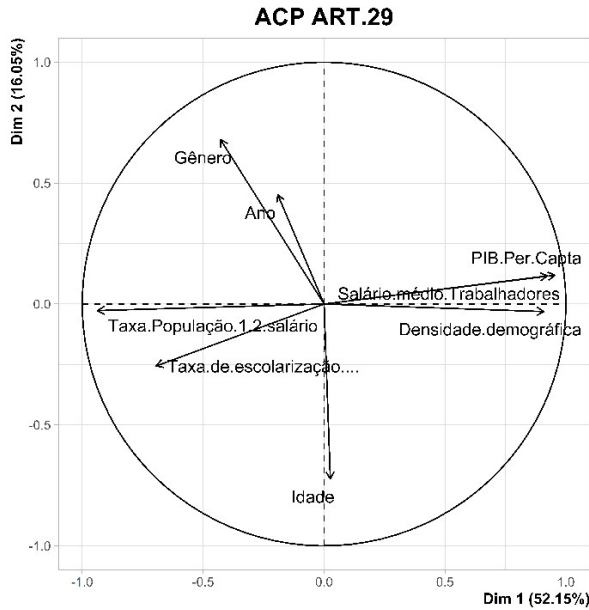


Figura 5. Círculo de correlação unitário para as variáveis demográficas e socioeconômicas analisadas nos artigos das Leis dos Crimes Ambientais no estado do Amapá
 Figure 5. Unitary correlation circle for the demographic and socioeconomic variables analyzed in the articles of the Laws of Environmental Crimes in the state of Amapá.

3.4. Crimes de poluição

Por fim, o estudo sobre os crimes de poluição no estado do Amapá mostrou os resultados abaixo (Figura 7). Nessa seção, observa-se uma influência bastante elevada da densidade demográfica para os crimes de poluição. Somado a isso, nota-se que os fatores como taxa de alfabetização e salário mínimo, os quais mostraram correlação negativa e positiva, respectivamente, também mostraram valores consideráveis.

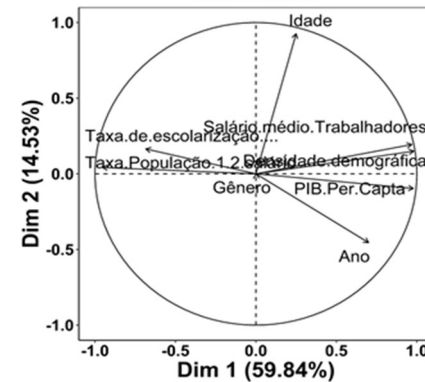
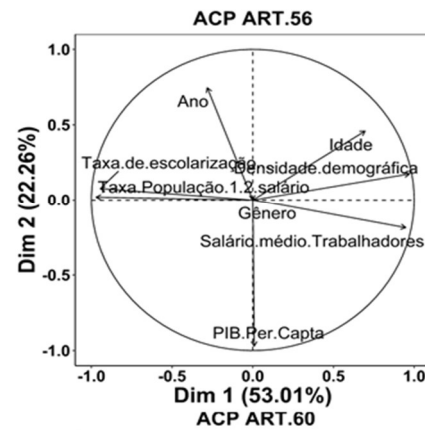
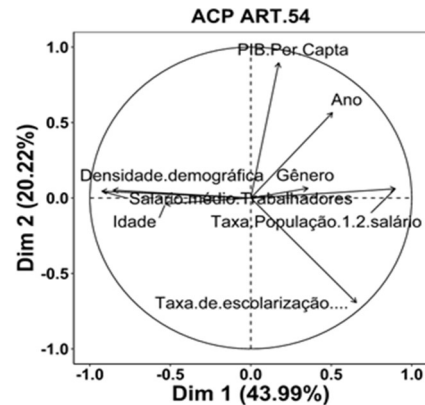


Figura 7. Círculo de correlação unitário para as variáveis demográficas e socioeconômicas analisadas nos artigos relacionados à poluição das Leis dos Crimes Ambientais no estado do Amapá.
 Figure 7. Unitary correlation circle for the demographic and socioeconomic variables analyzed in the articles related to pollution of the Environmental Crimes Laws in the state of Amapá.

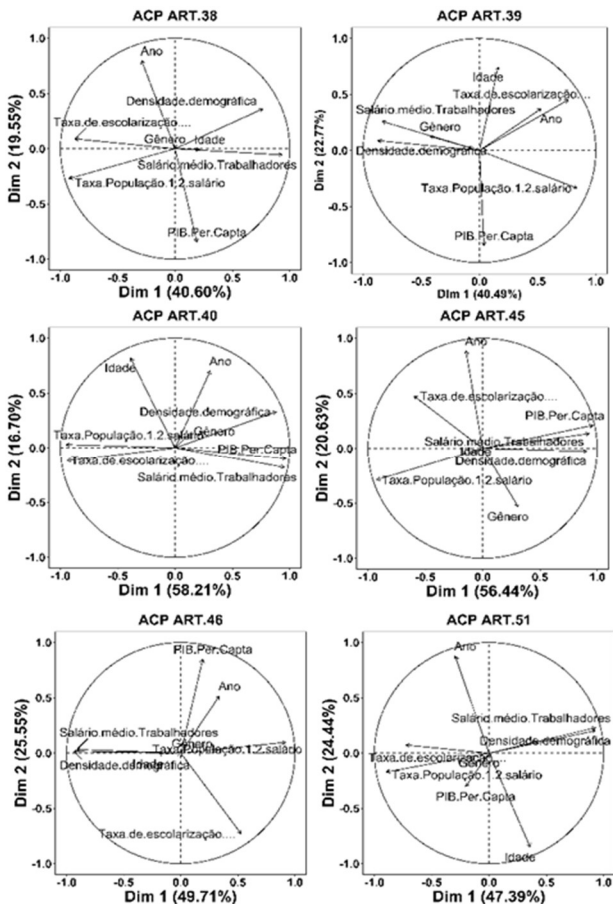


Figura 6. Círculo de correlação unitário para as variáveis demográficas e socioeconômicas analisadas nos artigos relacionados à flora das Leis dos Crimes Ambientais no estado do Amapá
 Figure 6. Unitary correlation circle for the demographic and socioeconomic variables analyzed in the articles related to the Environmental Crimes Laws' flora in Amapá.

4. DISCUSSÃO

4.1. Aspectos gerais

Os resultados apresentados na figura 2, qual seja o aumento significativo no número de crimes ambientais relacionados a flora no de 2021, podem estar relacionados ao

período pandêmico causado pela COVID-19, visto que nesse período adotou-se em diversos Órgãos fiscalizadores a modalidade de trabalho como home office, diminuindo as incursões em campo, ocasionando um eventual enfraquecimento ao combate de crimes ambientais.

Nesse contexto, Vale et al. (2021) estudando sobre como a pandemia poderia prejudicar a proteção do meio ambiente, constataram que uma consequência inesperada foi o enfraquecimento da regulação e da fiscalização ambiental. Além disso, os mesmos autores notaram que a taxa de desmatamento aumentou quase 136% durante o surto de COVID-19, comparado ao ano de 2019, sendo provável consequência de uma aplicação legal relaxada durante o evento, sendo resultantes das dificuldades impostas pela COVID-19.

Importante destacar que o número de registros de crimes ambientais observados na Figura 2 referentes a flora são bem superiores aos encontrados por Ramos et al. (2020) os quais estudando crimes ambientais contra a flora e desmatamento no município de Paragominas-PA, de 2010 a 2017, encontraram apenas 36 ocorrências.

Os mesmos autores ressaltam que o número reduzido de ocorrências pode ser explicado, dentre outros fatores, pela falta de recursos humanos e materiais e falta de conhecimento da legislação que fazem com que muitos desses crimes ambientais não sejam notificados. Desse modo, pode-se inferir que há um preparo razoavelmente satisfatório dos profissionais que compõe a Polícia Civil do Amapá na autuação e combate a esse tipo de crime.

Os resultados referentes a superioridade numérica dos crimes contra a flora são similares ao trabalho desenvolvidos por Peres et al. (2016), os quais observaram que as infrações contra a flora foram a principal categoria de autuação ambiental no país, tanto em quantidade quanto em importância socioambiental, com destaque para a região Norte.

Nessa mesma linha, Soethe; Goetten (2017) fizeram um levantamento de 465 autos de infração ambiental (AIA) lavrados na área de abrangência da Polícia Militar Ambiental (PMA) de Tijucas-SC, entre 2010 até 2014. Os dados evidenciaram que as principais tipificações da área de estudo estavam relacionadas à flora.

Não obstante, não se pode descartar que os baixos números, por exemplo, de crimes contra a fauna não sejam influenciados por subnotificações, uma vez que, comparado a flora, os crimes contra fauna podem ser cometidos de forma mais velada, no período noturno, dificultando sua autuação por parte dos Órgãos fiscalizadores

De outra forma, os resultados obtidos acerca da análise dos componentes principais contidos na Figura 4 revelam que quanto maior a economia de um determinado município no estado do Amapá, maior a propensão para a prática de crimes ambientais. Tais resultados também foram encontrados por Ribeiro; Corrêa (2019), os quais explicaram que os bens materiais obtidos como fruto dos crimes cometidos contra a natureza, em muitos casos, tornam-se fonte de renda, única ou extra, para os autores dos delitos. Além disso, muitos dos tipos penais descritos na Lei n.º 9.605/98 referem-se a atos de comercialização de bens naturais.

A densidade demográfica também revelou uma associação expressiva para com os crimes ambientais, indicando que quanto maior a concentração de uma população em um determinado município, maior a inclinação para o cometimento de infrações ambientais. Igualmente,

para Ali; Audi (2016a,b) e Audi; Ali (2018), um dos principais determinantes da degradação ambiental é densidade populacional. Nesse mesmo contexto, Azevedo; Vieira (2018) explicam que como os ilícitos ambientais têm origem antrópica, espera-se que maior número de habitantes em uma localidade maior ocorrência de infrações contra o meio ambiente.

No Amapá, a análise referente a vinculação entre densidade demográfica e o ato delituoso ao meio ambiente pode ser compreendida também em virtude de que, geralmente, quanto maior a concentração de pessoas em um determinado local, maior a necessidade de ampliar a área de habitação. Como consequência, no ato de aumentar os limites de habitação em um município qualquer, há abertura irregular de áreas antes não habitadas, levando o indivíduo a cometer eventuais delitos ambientais, tanto contra flora quanto para fauna e poluição de forma geral.

Isso torna-se mais evidente quando se analisa a Figura 4, onde as observações dos dados da capital do estado, Macapá, estão inseridas dentro do fator densidade demográfica. Nesse sentido, Amador; Azevedo (2021) comentam que as ocupações irregulares das áreas úmidas ou popularmente conhecidas no estado do Amapá como áreas de ressaca, possuem um avanço considerável no município de Macapá, ocasionado diversos problemas relacionados ao meio ambiente, uma vez que as áreas úmidas fazem o controle térmico e possuem espécies da fauna e flora.

Desse modo, é importante que no estado do Amapá haja um planejamento urbano bem implementado por parte dos órgãos públicos para evitar eventuais danos ambientais, caso não seja instituído tal planejamento. Aliado a isso, a educação ambiental deve sempre ser difundida entre os cidadãos, procurando sempre conscientizar esse público acerca das consequências lesivas que seus atos podem ter para com o meio ambiente.

Em outra análise, a Figura 4 revelou que a taxa de população vivendo com até um salário mínimo, assim como a taxa de escolarização, mostraram-se negativamente correlacionadas com a prática de infrações ambientais no componente principal 1. Por outro lado, as variáveis como ano, gênero e idade não mostraram representatividade na análise, tanto no componente principal 1 quanto no componente principal 2.

Esse resultado é esperado dentro do estudo da criminologia. Para esta relação, trabalhos clássicos como os de Becker (1962) e Ehrlich (1973), embora não houvesse o estabelecimento de canais específicos, já apresentavam há décadas estudos da teoria econômica do crime, onde a educação era vista como uma das variáveis presentes na modelagem do comportamento criminoso. Assim, cabe destacar qual é de fato o papel da educação na problemática do crime (SILVA, 2022). Nesse contexto, a Lei dos Crimes Ambientais, em seu artigo 14, preconiza que uma das circunstâncias atenuantes para o agente infrator é o baixo grau de escolaridade, sinalizando que o legislador tinha noção de como a educação influencia nesse tipo de estudo.

De toda a análise, o uso da técnica de componentes principais mostrou-se efetiva usando apenas duas componentes, as quais ostentaram médias de proporção cumulativa de variâncias próximas de 70%.

4.2. Crimes contra fauna

Embora haja apenas um artigo analisado nessa modalidade, a conduta criminosa é de ação múltipla, conforme Tabela 1, o que abrange diversos tipos de atos

lesivos ao meio ambiente, voltado principalmente para a caça ilegal.

Os resultados presentes para essa conduta criminal, principalmente relacionada a influência do sexo e renda, são discutidos por Silva et al. (2021), os quais afirmam que como a prática de caça ilegal é realizada frequentemente em área rural e que no Brasil o gênero masculino corresponde a maior parcela da população economicamente ativa nesse ambiente, é esperado que essas variáveis se mostrem com importância nesse tipo de estudo.

Para Bragagnolo et al. (2019) a caça no Brasil, é semelhante à outras regiões do mundo, sobrepondo caça de subsistência, possuindo raízes profundas, culturais, fazendo com que as pessoas desconsiderem as leis, visto que esse comportamento criminoso é tido como natural dentro das normas sociais.

O aspecto cultural da caça é bastante debatido por Mamédio et al. (2019) e Silva et al. (2021). Os autores sugerem que esse aspecto criminoso contra a fauna pode ser revertido, mesmo que lentamente, através de ações voltadas à educação ambiental.

4.3. Crimes contra flora

Os resultados contidos na figura 6 sugerem que pode haver uma certa associação criminosa nesse tipo de delito, configurado pelo *modus operandi*, onde o serrador, geralmente trabalhador informal com baixa renda, ao cortar madeiras, as oferece por um preço baixo aos empresários do ramo madeireiro, os quais possuem de fato a maior lucratividade da atividade ilícita pela ocasião da venda desse produto.

Nesse sentido, Caldas et al. (2021) citam que existem inúmeras causas que levam as pessoas físicas e jurídicas a cometerem crimes contra flora. Moura et al. (2017) complementam que as causas vão desde o desmatamento para venda de madeira como forma de subsistência, praticado pelos proprietários de baixa renda até a supressão da vegetação capitaneada por grandes empresas, produtores rurais, agricultores, mineradores, latifundiários e empresas ligadas ao setor energético.

Outro fator que mostrou importância na análise dessa categoria foi a variável ano. Como já discutido, os serradores e madeireiros podem ter se usufruído dos anos em que culminaram com a pandemia para realizar uma exploração mais intensa, uma vez que os Órgãos fiscalizadores estiveram menos presentes em áreas rurais.

Entender essa dinâmica é de suma importância para os Órgãos fiscalizadores, visto que pode balizar ações de combate à exploração florestal predatória na Amazônia.

4.4. Crimes de poluição

Como pode-se constatar ao analisar os artigos que versam sobre poluição, a maioria tem suas condutas ilícitas voltadas para área empresarial. Assim sendo, os resultados pressupõem que pessoas com uma renda significativa e com baixo grau de instrução, dentro de municípios com densidade demográfica elevada, possuem inclinação para a prática desse tipo de crime.

A despeito disso, é interessante citar o trabalho de Azevedo; Vieira (2018), os quais ressaltaram que a maioria dos empreendedores têm conhecimento acerca da obrigatoriedade do licenciamento ambiental, todavia preferem desprezá-la e/ou burlá-la e desempenhar a sua atividade de maneira ilegal, com a desculpa de que o

procedimento é lento e que o custo para a legalização da atividade é elevado, ou com a crença de que seu empreendimento dificilmente será fiscalizado.

Desse modo, torna-se imperativo conscientizar essa população para que sejam feitas as devidas regularizações em seus empreendimentos, evitando danos ao meio ambiente. Não se pode esquecer que o ato de ignorar esses projetos podem ter influenciado em uma das maiores tragédias ambientais no Brasil, ocorridas em Mariana (MG) e Brumadinho (MG), as quais desencadearam danos irreparáveis no âmbito social e ambiental.

Portanto, na medida em que houver a conscientização, deve-se garantir também que haja a punição adequada para todos os autores na medida de sua culpa, só assim, de acordo com Oliveira; Andreani (2022), será assegurado aos seres humanos o acesso ao direito fundamental contido na constituição, a qual consiste em garantir um ambiente em sentido amplo para todos, de modo a promover a vida em todas as suas complexas manifestações, visto que um meio ambiente equilibrado se encontra nitidamente relacionado à dignidade do ser humano e as diversas manifestações da vida.

5. CONCLUSÕES

As cidades como Macapá, Vitória do Jari e Porto Grande mostram expressivas inclinações para a prática de crimes ambientais no estado do Amapá, principalmente quando relacionadas aos fatores econômicos e demográficos. Essas cidades exigem uma atenção especial por parte dos Órgãos fiscalizadores e pela Polícia Civil do Amapá.

Os crimes contra fauna revelam um possível fator cultural voltado para o sexo masculino, o qual deve ser desconstruído pelo uso da educação ambiental.

Atos criminosos contra a flora amapaense mostram índices preocupantes, principalmente pelo alto número de ocorrências em diversos municípios do estado do Amapá. Além disso, há um possível vínculo entre pessoas mais pobres e pessoas de maior renda envolvidas dentro desse contexto, resultado esse que revela um verdadeiro desafio aos Órgãos fiscalizadores no combate a esse tipo de delito e, ao mesmo tempo, ajuda esses profissionais a entender que agentes estão envolvidos.

Os resultados encontrados no presente trabalho fornecem informações importantes sobre o perfil de pessoas que cometem crimes ambientais, bem como quais municípios do estado do Amapá são mais propensos a esse tipo de delito. Tais resultados podem contribuir para o direcionamento de ações preventivas em relação a esse tipo de crime.

6. REFERÊNCIAS

- ALI, A.; AUDI, M. The impact of income inequality, environmental degradation and globalization on life expectancy in Pakistan: an empirical analysis. **International Journal of Economics and Empirical Research**, v. 4, n. 4, p. 182-193, 2016a.
- ALI, A.; AUDI, M. The impact of income inequality, environmental degradation and globalization on life expectancy in Pakistan: an empirical analysis. **MPRA Paper**, n. 71112, p. 1-16, 2016b.
- ALVES, S. M. de F.; QUEIROZ, D. M.; ALCÂNTARA, G. R.; REIS, E. F. Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo usando técnicas de análise de componentes principais e geoestatística. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 22-30, 2014.

- AMADOR, G. C. C.; AZEVEDO, F. M. Área de Ressaca do Lago do Pacoval na cidade de Macapá: uma proposta de requalificação urbana. **Revista Científica Multidisciplinar do CEAP**, p. 1 - 11, 2021.
- AUDI, M.; ALI, A. Determinants of environmental degradation under the perspective of globalization: a panel analysis of selected MENA Nations. **MPRA Paper**, e85776, 16p, 2018.
- AZEVEDO, A. S. C.; VIEIRA, T. A. Análise dos crimes ambientais registrados nas regiões do Baixo Amazonas e Tapajós, Pará, no período de 2012 a 2015. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, p. 254-275, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v46i0.54483>
- BECKER, G. S. Investment in human capital: a theoretical analysis. **The Journal of Political Economy**, v. 70, n. 5, p. 9-49, 1962.
- BRAGAGNOLO, C.; GAMA, G. M.; VIEIRA, FELIPE A. S.; CAMPOS, S. J.; BERNARD E.; MALHADO, A. C. M.; CORREIA, R. A.; JEPSON, P.; CARVALHO, S.; EFE, M.; LADLE, R. J. Hunting in Brazil: What are the options? **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 71-79, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.03.001>
- BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 13 dez. 2022
- BRO, R.; SMILDE, A. K. Principal component analysis: a tutorial review. **Analytical Methods**, v. 6, p. 2812-2831, 2014. <https://doi.org/10.1039/C3AY41907J>
- CASTRO NETO, H. C.; BRITO, D. M. C.; DIAS, T. C. A. C. Conflitos socioambientais e gestão na área de proteção ambiental da Fazendinha, Amapá, Brasil. **Ciência Geográfica**, v. 21, p. 325-341, 2017.
- CALDAS, G. N.; CHAVES, A. B. P.; ALMEIDA, S. S. Atuação da polícia civil do Estado do Pará no combate aos crimes contra a flora. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e35310111733, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.10165>
- CUNHA, D. S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. A Lei de Crimes Ambientais e análise da efetividade jurídico-econômica a partir de modelos econométricos. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 1, p. 60-64, 2013. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n1p50-64>
- EHRlich, I. Participation in illegitimate activities: a theoretical and empirical investigation. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 521-565, 1973.
- HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: Resumo Teórico, Aplicação e Interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016. <https://doi.org/10.18607/ES201653398>
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap.html>>. Acesso em 14 dez. 2022.
- IEPA_Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá – Primeira Aproximação do ZEE**. Macapá, 2008. 140p. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/macrodiagnostico.pdf> Acesso em 13 jan. 2023.
- JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. Principal component analysis: a review and recent developments. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 374, p. 1-16, 2016. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- MAMÉDIO, D.; PUGAS, A. S.; MENDEZ, J. M. D. Estudo da percepção ambiental como ferramenta de sensibilização à redução da caça de animais silvestres na Reserva Florestal Mata de Cazuzinha, Cruz das Almas-BA. **Ciência e Natura**, v. 41, e36323 2019. <https://doi.org/10.5902/2179460X36323>
- MOURA, R.; SANTOS, D.; VERÍSSIMO, A.; NUNES, S.; BRITO, B.; BARRETO, P.; CELENTANO, D. **Desmatamento zero no Pará: Desafios e oportunidades**. Manaus: IMAZON, 2017. 84p.
- NEISSE, A. C.; HONGYU, K. Aplicação de componentes principais e análise fatorial a dados criminais de 26 estados dos EUA. **E&S Engineering and Science**, v. 6, n. 2, p. 105-115, 2016. <https://doi.org/10.18607/ES201654354>
- OLIVEIRA, D. F. C.; ANDREANI, R. A (im)possibilidade de responsabilização penal da pessoa jurídica por crimes ambientais. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 229-248. 2022.
- PERES, R. P.; UHR, J. G. Z.; UHR, D. A. P. Infrações contra a Flora e Multas Aplicadas: Análise Espacial para o Brasil. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 26, p. 89-107, 2016.
- PROCOPIO, D.; TOYOSHIMA, S. Fatores associados à criminalidade violenta no Brasil. **Revista Análise Econômica**, v. 35, p. 263-288, 2017. <https://doi.org/10.22456/2176-5456.51903>
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 13 Jan. 2023.
- RAMOS, W. F.; RUIVO, M. L.; PINHEIRO, S. L.; MELO, S.; CASTRO, R. M. S. Crimes ambientais contra a flora e desmatamento no município de Paragominas-PA, DE 2010 A 2017. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 66033-63048, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-657>
- RIBEIRO, R. E.; CORRÊA, R. S. Influência de fatores socioeconômicos sobre os crimes ambientais no Distrito Federal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 50, p. 290-305, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v50i0.57692>
- SANTOS, P. S.; BEZERRA, É. C. D.; FREITAS, C. A.; BECKER, K. L. Criminalidade nos municípios do Rio de Janeiro: uma análise multivariada e espacial. **Revista de Economia**, v. 42, p. 447, 2021. <http://dx.doi.org/10.5380/re.v42i78.71723>
- SEMA_Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Amapá. **Plano de prevenção e controle do desmatamento e queimadas do estado do Amapá**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Macapá: 2010, 64 p. Disponível em: <<https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Abril/40-Plano%20de%20prevencao.pdf>>. Acesso em 15 dez. 2022
- SILVA, A. C.; CATEN, A. T.; SANTOS, K. L. Crimes ambientais na área atendida pela polícia militar ambiental de Curitiba, Santa Catarina. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1506-1525, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-104>

- SILVA, G. P. “Responsabilidade penal da pessoa jurídica nos crimes ambientais”. **Revista do Curso de Direito da UNIABEU**. v. 8. n. 1, p. 23-50, 2017.
- SILVA, S. T. S. Education and criminality: an analysis of the detentions made in the West frontier region of Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 21042-21060, 2022. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-350>
- SOETHE, C.; GOETTEN, L. C. Infrações ambientais constatadas pela polícia ambiental no litoral centro-norte de Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e20150175, 2017. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017515>
- SUDAM_Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Interiorizando o Desenvolvimento no estado do Amapá**, 2020. 42p. Disponível em: <https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/DesenvolvimentoRegional_Suframa_Amap.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- VALE, M. M.; BERENQUER, E.; MENEZES, M. A.; CASTRO, E. B. V.; SIQUEIRA, L. P. The COVID-19 pandemic as an opportunity to weaken environmental protection in Brazil. **Biological Conservation**, v. 255, e108994, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108994>
- VIDAL, R.; FERNANDES, C. H. V.; NASCIMENTO, J.; STEMPCZYNSKI, A. P. Crimes Ambientais: legislação, punição e Educação Ambiental. **Prociências**, v. 2, n. 2, p. 81-94, 2019. <https://doi.org/10.15210/RP.V2I2.20376>

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agroextrativismo e Desenvolvimento Regional (POSAGROEXI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá. Os agradecimentos também vão para a Polícia Civil do Estado do Amapá (PCAP) pelo fornecimento dos dados de registro de ocorrência para as análises estatísticas

Contribuição dos autores: Todos os autores estiveram envolvidos em todas as etapas do artigo e leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: *Não se aplica.*

Revisão por comitê institucional: *Não se aplica.*

Comitê de Ética: *Não se aplica.*

Disponibilização de dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.