

## A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CRIME AMBIENTAL EM MANAUS NO CONTEXTO DA COVID-19

### THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ENVIRONMENTAL CRIME IN MANAUS IN THE CONTEXT OF COVID-19

### LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS DELITOS AMBIENTALES EN MANAOS EN EL CONTEXTO DE LA COVID-19



10.56238/revgeov16n5-023

**Samara Moreira Barbosa**

Doutoranda de Ciências Ambientais

Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)

E-mail: [liragrega@yahoo.com.br](mailto:liragrega@yahoo.com.br)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6828-8037>

**Patrícia Bilotta**

Doutora em Engenharia Hidráulica e Sanitária

Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)

E-mail: [pb.bilotta@gmail.com](mailto:pb.bilotta@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2463-2331>

---

#### RESUMO

A pandemia da COVID-19 provocou mudanças significativas na dinâmica social e institucional, afetando também a segurança pública e o meio ambiente. Em Manaus, a combinação de isolamento social, declínio do controle estatal e vulnerabilidade econômica levou ao aumento de práticas ambientais prejudiciais. Considerando esse contexto, este estudo buscou investigar a distribuição espacial dos crimes ambientais em Manaus durante os períodos pré-pandemia (2019/2020) e pandêmico (2020/2021), a fim de compreender como a crise sanitária afetou a frequência e a localização desses crimes contra a natureza. A pesquisa utilizou uma abordagem quantitativa que, com base em 1.551 boletins de ocorrência da Polícia Civil do Estado do Amazonas (SISP), empregou técnicas de análise estatística e geográfica (ArcGIS 10.8, índices de Moran Global e Local, equações de MQO, SAR e SEM). Os resultados comprovaram um aumento de 27,75% nos crimes ambientais durante o primeiro ano da pandemia, a maioria dos quais incidentes contra a fauna e a flora, e uma distribuição espacial de incidentes periféricos e vulneráveis, como Redenção, Educandos e Novo Aleixo. Do ponto de vista científico, a investigação combina criminologia verde e análise espacial na região amazônica, contribuindo para a compreensão das conexões entre a pandemia e a desigualdade socioespacial, bem como os crimes ambientais. As conclusões têm significado concreto para a segurança pública e a fiscalização ambiental

**Palavras-chave:** Crime Ambiental. Covid-19. Distribuição Espacial. Manaus.



**ABSTRACT**

The COVID-19 pandemic has caused significant changes in social and institutional dynamics, also affecting public safety and the environment. In Manaus, the combination of social isolation, declining state control, and economic vulnerability has led to an increase in harmful environmental practices. Considering this context, this study sought to investigate the spatial distribution of environmental crimes in Manaus during the pre-pandemic (2019/2020) and pandemic (2020/2021) periods, in order to understand how the health crisis affected the frequency and location of these crimes against nature. The research used a quantitative approach that, based on 1,551 police reports from the Civil Police of the State of Amazonas (SISP), employed statistical and geographic analysis techniques (ArcGIS 10.8, Global and Local Moran indices, MCO, SAR, and SEM equations). The results showed a 27.75% increase in environmental crimes during the first year of the pandemic, most of which were incidents against fauna and flora, and a spatial distribution of incidents in peripheral and vulnerable areas, such as Redenção, Educandos, and Novo Aleixo. From a scientific point of view, the research combines green criminology and spatial analysis in the Amazon region, contributing to the understanding of the connections between the pandemic and socio-spatial inequality, as well as environmental crimes. The conclusions have concrete significance for public safety and environmental enforcement.

**Keywords:** Environmental Crime. Covid-19. Spatial Distribution. Manaus.

**RESUMEN**

La pandemia de COVID-19 ha provocado cambios significativos en la dinámica social e institucional, afectando también la seguridad pública y el medio ambiente. En Manaus, la combinación de aislamiento social, disminución del control estatal y vulnerabilidad económica ha llevado a un aumento de prácticas ambientales nocivas. En este contexto, este estudio buscó investigar la distribución espacial de los delitos ambientales en Manaus durante los períodos prepandémicos (2019/2020) y pandémicos (2020/2021), para comprender cómo la crisis sanitaria afectó la frecuencia y la ubicación de estos delitos contra la naturaleza. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo, basado en 1.551 informes policiales de la Policía Civil del Estado de Amazonas (SISP), y empleó técnicas de análisis estadístico y geográfico (ArcGIS 10.8, índices de Moran globales y locales, ecuaciones MCO, SAR y SEM). Los resultados demostraron un aumento del 27,75 % en los delitos ambientales durante el primer año de la pandemia, la mayoría de los cuales fueron incidentes contra la fauna y la flora, y una distribución espacial de los incidentes en zonas periféricas y vulnerables, como Redenção, Educandos y Novo Aleixo. Desde una perspectiva científica, la investigación combina la criminología verde y el análisis espacial en la región amazónica, contribuyendo a la comprensión de las conexiones entre la pandemia y la desigualdad socioespacial, así como los delitos ambientales. Las conclusiones tienen una relevancia concreta para la seguridad pública y la supervisión ambiental.

**Palabras clave:** Delitos Ambientales. Covid-19. Distribución Espacial. Manaus.

## 1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 não impactou somente a saúde pública e a economia, como também provocou uma alteração significativa nos campos da segurança pública e da gestão ambiental. Em meio às medidas de isolamento social e à retração do controle estatal, observou-se um aumento da vulnerabilidade social e o surgimento de novos padrões de criminalidade, especialmente no que se refere aos crimes ambientais. Nesse contexto, foi essencial compreender como a pandemia afetou a dinâmica espacial e numérica das infrações ambientais em centros urbanos complexos, como a cidade de Manaus.

Apesar de uma literatura recente ter examinado os efeitos da pandemia em diversos comportamentos criminosos, ainda são escassos estudos que analisam os efeitos espaciais da COVID-19 sobre crimes ambientais em áreas urbanas da Amazônia. Isso justifica a presente investigação, que busca combinar perspectivas da criminologia verde e da análise espacial para compreender as alterações ocorridas durante a pandemia.

A pesquisa parte da suposição de que a pandemia não levou somente ao aumento absoluto dos crimes ambientais em Manaus, mas também para sua redistribuição espacial. Especificamente, foi levantada a possibilidade de que áreas com alta densidade populacional foram as mais afetadas, tornando-se “zonas de oportunidade” para a prática de crimes ambientais durante a queda do aparelho estatal.

Como resultado, a questão principal desta pesquisa é: como os crimes ambientais se comportaram em termos de quantidade, espaço e tempo em Manaus antes e durante a crise da COVID-19?

O objetivo geral desta pesquisa é analisar distribuição espacial de crimes ambientais na cidade de Manaus durante os períodos pré-pandemia e pandêmico, comparando-os.

A contribuição deste artigo para o campo da criminologia ambiental e para a discussão sobre segurança pública em tempos de desastres de saúde é significativa. Primeiro, ao focar em um contexto urbano do Sul Global — a cidade de Manaus —, em segundo lugar, a combinação de métodos espaciais e uma perspectiva criminológica aumenta a capacidade de pesquisa de identificar onde os crimes ocorrem, bem como por que eles ocorrem em áreas específicas. Na última análise, o estudo combina descobertas empíricas com um exame crítico.

Essa integração de teoria e evidências empíricas tenta fornecer suporte para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes que possam mitigar uma lacuna socioambiental e melhorar a regulamentação ambiental em caso de crise.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O interesse científico em crimes ambientais aumentou nas últimas décadas, acompanhado por um aumento na discussão sobre sustentabilidade, justiça ecológica e responsabilidade estatal. No final do século XX, Stretesky e Lynch (2016) foram pioneiros na criminologia verde e desafiaram os limites tradicionais da criminologia ao incluir crimes ambientais.

White e Heckenberg (2014) e Lynch e Long (2022) definem o crime ambiental como um exemplo de modelo de desenvolvimento econômico que naturaliza a destruição de recursos ecológicos. Essa perspectiva, chamada de crime de estado verde, acredita que governos e corporações podem ser responsáveis por danos ambientais quando permitem, negam ou promovem justificadamente comportamentos contratados em nome do desenvolvimento econômico. No contexto amazônico, atividades como mineração e grilagem de terras estão associadas à corrupção e à lavagem de dinheiro (Van Uhm e Nijman, 2020). Essa abordagem demonstra a conexão entre a economia ilegal e a política ambiental.

Outras vertentes, como a criminologia verde do Sul, ampliam a reflexão ao reconhecer que os impactos ambientais recaem de modo desigual sobre populações periféricas e tradicionais. Goyes et al. (2021) e Jung e Damacena (2021) defendem a natureza como detentora de direitos. Tais conceitos são vinculados a Amazônia quando se observa povos indígenas e comunidades ribeirinhas vivenciaram violência ambiental, tanto ecológica quanto cultural, perderam seus modos de vida e seus direitos territoriais. Ribeiro (2021) afirma que um meio ambiente neutro é um direito básico e que sua violação leva a desigualdades históricas.

Em relação a distribuição espacial de crimes Brantingham e Brantingham (2013) e Wortley e Mazerolle (2008) defenderam o conceito de padrões de criminalidade, demonstrando que os crimes não se distribuíam aleatoriamente, mas sim em padrões temporais e espaciais impedidos pela estrutura urbana, controle social e posição socioeconômico. Esses estudos introduziram metodologias de análise espacial, como kernel density e Moran, métodos que facilitaram a identificação de focos de crimes e a compreensão de sua origem territorial.

Posteriormente, esses métodos também foram empregados em crimes ambientais, o que demonstrou que a apropriação ilegal de recursos naturais, o desmatamento e o tráfico de animais silvestres seguem a mesma lógica territorial de outros crimes. Kurland et al. (2017) e Stassen e Ceccato (2020) demonstraram que fatores estruturais, incluindo pobreza, ausência de políticas públicas e fragilidade institucional, tendem a aumentar a prevalência de crimes ambientais em áreas específicas.

De modo complementar, Lopez-Feldman et al. (2020) discutiram as maneiras pelas quais a recessão econômica e o relaxamento regulatório foram desenvolvidos para o aumento do comportamento criminoso em áreas de conservação, destacando a pandemia de Covid-19 como um



período de oportunidade para a intensificação de crimes ambientais em países com estruturas institucionais frágeis.

No contexto brasileiro, Gomes et al. (2023) ofereceram uma das poucas análises empíricas sobre os efeitos da pandemia nos índices de criminalidade no Estado de São Paulo, documentando mudanças expressivas no padrão de crimes ambientais durante o auge das restrições sanitárias. Os resultados demonstraram uma redistribuição geográfica significativa, com diferenças significativas entre as áreas centrais e periféricas, o que sugere que fatores sociais, políticos e institucionais desempenharam um papel nos efeitos da crise sobre a criminalidade.

Folly e Vieira (2024) afirmam que, durante uma pandemia, a Amazônia vivenciou uma combinação de problemas: sanitários, econômicos e ambientais. Essa sobreposição levou ao aumento dos danos ambientais e à maior suscetibilidade das populações locais. Investigações internacionais, como as conduzidas por Leśniak et al. (2022) e outros (2021), explicam que o período pandêmico fez com que o crime foi transferido para áreas periféricas e rurais por natureza, e que essa mudança foi atribuível à pandemia.

Chen et al. (2022) estudaram as associações temporais e espaciais entre mobilidade urbana e comportamento criminoso em São Francisco, utilizando dados de geolocalização para avaliar os efeitos do isolamento social sobre os padrões criminais. Os autores evidenciaram que a redução da mobilidade urbana não eliminou os crimes, mas os redistribuiu em novas dinâmicas espaço-temporais.

A pandemia demonstrou que condições de exceção — isolamento, perdas econômicas e redução do controle estatal — podem agravar comportamentos ilegais e promover a rapidez de mobilidade do Estado. Em países com governança ambiental consolidada, como Suécia e Finlândia (Stassen & Ceccato, 2020; Paukku, 2024), o fortalecimento institucional mitigou os efeitos da crise. Em contextos caracterizados por desigualdade e corrupção, como Bangladesh (Sharif; Uddin, 2021) e Brasil, observou-se o oposto: o Estado se retrocedeu, o que aumentou as oportunidades para comportamentos ilegais e a tomada de políticas públicas por entidades privadas.

Suprayogi et al. (2025) conduziram um estudo abrangente sobre os fundamentos teóricos dos crimes ambientais e observaram haver discrepâncias significativas entre as abordagens da criminologia, da ciência geográfica e dos estudos sobre pandemias. A pesquisa revelou a falta de modelos integrados que combinem teoria criminológica, dados geográficos e variáveis epidemiológicas, ressaltando a necessidade de pesquisas interdisciplinares que possam explicar como eventos globais, como a COVID-19, influenciam a configuração territorial dos crimes ambientais.

Esta análise preenche essa lacuna, estudando, sob a perspectiva da criminologia verde e da análise espacial, como a crise da COVID-19 afetou a distribuição de crimes ambientais em Manaus. Essa metodologia facilita a identificação de transformações no território, padrões de recorrência e os efeitos da retração da aplicação da lei em ambientes urbanos.



### 3 METODOLOGIA

A metodologia combinou uma abordagem quantitativa com técnicas de análise espacial e estatística, visando compreender as mudanças na distribuição dos crimes ambientais em Manaus no contexto da pandemia de Covid-19. O recorte temporal considerou dois períodos significativos: o período pré-pandêmico (abril de 2019 a março de 2020) e o primeiro ano da pandemia (abril de 2020 a março de 2021). Essa estratégia metodológica foi escolhida por permitir a análise integrada entre tempo, espaço e comportamento criminal, aspectos essenciais para a criminologia ambiental contemporânea.

Essas informações foram coletadas a partir de 1.551 boletins de ocorrência produzidos pela Polícia Civil do Amazonas no Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP).

As informações foram exportadas do SISP, tabuladas em planilha Excell, organizados por bairros e distritos administrativos da cidade, o que permitiu uma análise detalhada do território. Enquanto, na verificação espacial se utilizou o geoprocessamento para mapear as taxas de ocorrência nos bairros, através do software ArcGIS 10.8.

As variáveis de interesse foram: o tipo de crime ambiental (conforme Lei n.º 9.605/1998), as datas da ocorrência, coordenadas geográficas e bairro. A referência populacional foi derivada do Censo Demográfico de 2022 (IBGE), o que permitiu a padronização das taxas.

Para calcular o crescimento ou a redução relativa nas estatísticas de crimes ambientais, foi aplicada a fórmula da variação percentual que corresponde à equação matemática:  $\text{variação \%} = (N_2 - N_1 / N_1) \times 100$ .

$N_1$  representa o número de vezes que isso ocorreu no período pré-pandêmico e  $N_2$  representa o número de vezes que isso ocorreu durante a pandemia.

A avaliação estatística foi realizada em duas etapas.: primeiramente, a normalidade dos dados foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p = 0,004$ ), que revelou que as variações não eram normais. Em seguida, aplicou-se correlação de Spearman, adequado a distribuições não paramétricas, para avaliar a associação entre o número de crimes ambientais e os casos de COVID-19 em Manaus. Essa metodologia visa garantir a estabilidade dos dados, evitando associações entre variáveis relacionadas que estejam superficialmente relacionadas.

A segunda etapa correspondeu a utilização de análises espaciais. As taxas foram submetidas aos cálculos do Índice Global de Moran e o Índice Local de Autocorrelação Espacial (LISA), para identificar os padrões de associação espacial e clusters territoriais de maior ou menor incidência.

O Índice Global de Moran calcula a presença de clusters espaciais na distribuição das taxas de criminalidade ambiental entre bairros, utilizando a equação:  $I = (n / W) \times (\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})) / \sum_i (x_i - \bar{x})^2$ . As variáveis apresentam as seguintes associações:  $n$  é o número de áreas geográficas (bairros);  $x_i$



e  $x_j$  são os valores da variável nos bairros  $i$  e  $j$ ;  $\bar{x}$  é a média das taxas;  $w_{ij}$  é o peso espacial; e  $W$  é o valor total dos pesos.

Empregou-se o modelo de regressão linear (OLS) e seus equivalentes espaciais (SAR e SEM) para verificar se os crimes ambientais apresentavam dependência espacial. A fórmula associada ao modelo de regressão linear é  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \epsilon$ . A variável  $Y$  é a taxa de criminalidade ambiental; as variáveis  $X_i$  são as causas da criminalidade (densidade populacional); as variáveis  $\beta$  são os efeitos estimados, e o termo de erro é representado pela variável  $\epsilon$ .

O modelo autorregressivo espacial (SAR) é descrito pela seguinte equação:  $Y = \rho WY + X\beta + \epsilon$ . Aqui,  $\rho$  é a magnitude da associação espacial direta entre áreas adjacentes, com  $W$  sendo a matriz de vizinhança. Já o modelo de erro espacial (SEM) é representado pela equação  $Y = X\beta + \mu$ , com  $\mu = \lambda W\mu + \epsilon$ . Este último modelo considera que a autocorrelação espacial está nos resíduos ( $\mu$ ) e não diretamente nos valores de  $Y$ .

A combinação de métodos quantitativos e espaciais facilitou uma análise multifacetada da criminalidade ambiental na região de Manaus. A abordagem adotada permite a replicação do estudo em outras áreas urbanas da Amazônia, além de garantir a transparência das etapas de coleta, processamento e análise dos dados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISE DOS REGISTROS DE CRIME CONTRA O MEIO AMBIENTE (CCA) NOS BAIROS DE MANAUS

Um estudo dos registros de crimes ambientais em Manaus demonstrou um aumento significativo de incidentes entre dois períodos distintos: o ano anterior, antes da implementação das medidas de distanciamento social impostas pela pandemia de COVID-19, e o primeiro ano em que essas medidas foram empregadas. Esse crescimento pode estar diretamente relacionado às transformações nas dinâmicas urbanas e institucionais provocadas pelo contexto pandêmico.

A distribuição desses crimes pelo espaço parece corresponder a padrões já observados em outras áreas urbanas. De acordo com Mordwa e Laskowska (2022), os crimes ambientais são tipicamente cometidos em áreas de transição entre regiões urbanas e áreas de crescimento desordenado, que são sensíveis à configuração do uso do solo. Esse padrão foi observado em Manaus, onde muitos casos do evento ocorreram em áreas periféricas ou em áreas de rápido crescimento.

Além disso, Purnaweni et al. (2021) discutem a necessidade de estudos que combinem dados empíricos locais, como boletins de ocorrência — como os boletins de ocorrência — com reflexões mais amplas sobre governança e desenvolvimento sustentável. A convergência de evidências estatísticas com o contexto urbano de Manaus é crucial para a compreensão da persistência e do agravamento dos crimes ambientais em meio à pandemia.



Outro fator importante são as mudanças nas rotinas sociais provocadas pelo isolamento. A Teoria das Atividades Rotineiras, segundo Akhtar et al. (2021), ajuda a explicar esse fenômeno: com as pessoas mais tempo em casa e a fiscalização ambiental menos presente nas ruas, o equilíbrio entre o ofensor, a vítima e o guardião é quebrado, facilitando a prática de crimes que exigem menos exposição e mais oportunidades, como os crimes ambientais.

De abril de 2019 a março de 2020, período anterior à pandemia, Manaus registrou 681 boletins de ocorrência relacionados a crimes ambientais. As ocorrências se concentraram principalmente em bairros como Tarumã, Centro, Compensa, Cidade Nova, Novo Aleixo, Nova Cidade, Cidade de Deus, Alvorada, Jorge Teixeira e Parque 10 de Novembro (Figura 1). Essas regiões normalmente apresentam um grau de vulnerabilidade ambiental e social de médio a alto, o que pode explicar a concentração territorial da atividade criminosa.

Durante o período subsequente, que compreende o período de abril de 2020 a março de 2021, o número de casos notificados aumentou para 870. Além do aumento numérico, observou-se uma mudança na distribuição geográfica dos crimes. Bairros como Educandos, Flores, Lago Azul e Ponta Negra (Figura 2) foram particularmente afetados, o que sugere que não somente a intensidade das práticas ilegais aumentou, mas também que a localização dos crimes ambientais pode ter sido alterada.

Esse cenário está em consonância com os estudos de Hou et al. (2021), que descrevem os efeitos desiguais dos componentes do sistema de justiça criminal durante a pandemia. Enquanto crimes mais aparentes, como o roubo de veículo, perderam popularidade, crimes ambientais, que se aproveitam de brechas e falhas institucionais, aumentaram ou permaneceram prevalentes em muitos contextos.

Além disso, Chamberlain e Hipp (2016) observaram que eventos disruptivos, como a pandemia da COVID-19, funcionam como choques estruturais que alteram como a sociedade e o sistema de justiça criminal se conduzem. Como resultado, as alterações em Manaus podem não ser puramente acidentais, mas sim representar uma alteração mais profunda na composição social e geográfica da cidade. Os dois períodos estudados foram comparados: antes e durante o primeiro ano da crise da COVID-19, um total de 1.551 crimes contra o meio ambiente foram registrados em Manaus. Isso representa um aumento total de 189 ocorrências e um aumento percentual de aproximadamente 27,75%, considerando a totalidade dos 63 bairros da capital amazonense.

Esse aumento no crescimento não somente evidencia o aumento de infrações ambientais, mas também levanta questões sobre a capacidade institucional de resposta a emergências. Anser et al. (2022) sugerem que, sem uma reconstrução baseada em princípios de sustentabilidade, os retrocessos ambientais vivenciados durante a pandemia podem se tornar crônicos, o que comprometeria a resiliência ecológica e a justiça ambiental a longo prazo.

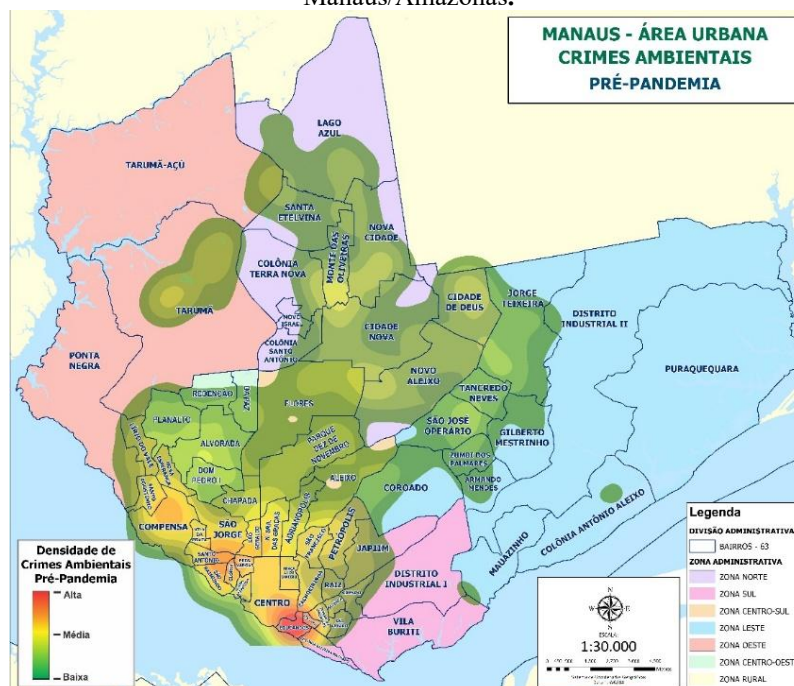
A avaliação estatística revelou nuances importantes. O número médio de ocorrências por distrito aumentou de 10,81 no período pré-pandemia para 13,81 no ano seguinte, representando um



aumento médio de três casos por distrito. Essas informações complementam a tendência geral de crescimento da criminalidade ambiental, já evidenciada no salto de 681 para 870 ocorrências entre os períodos.

Além disso, a estabilidade da média em 8 ocorrências em ambos os períodos sugere que o crescimento não foi uniforme: a maioria dos bairros apresentou pequenas variações, enquanto alguns locais aumentaram a média. Esse padrão indica uma distribuição desigual do aumento de crimes ambientais em diferentes áreas da cidade.

Figura 01 – Mapa de Calor da Distribuição dos Crimes Ambientais Antes da Pandemia de Covid-19 em Manaus/Amazonas.



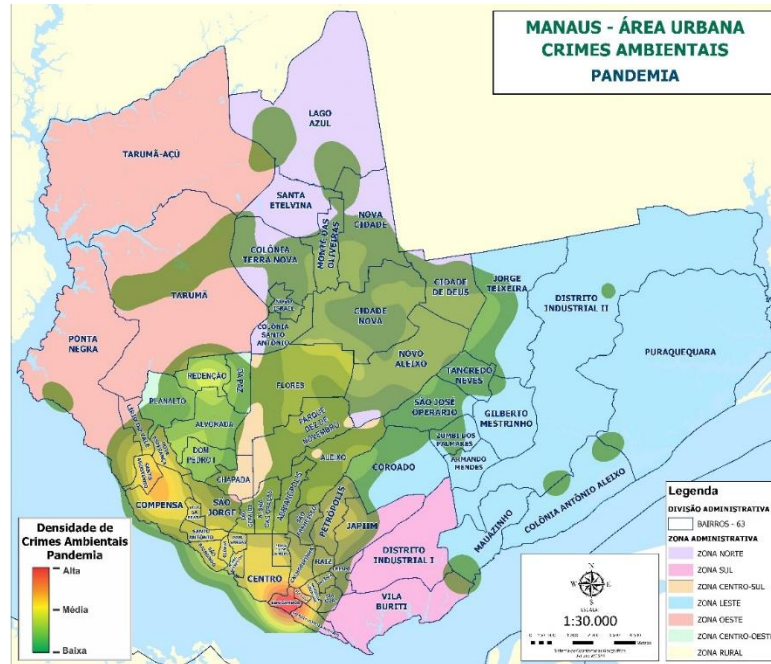
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Esse padrão também foi documentado em outras partes do mundo. Drenovak (2022) documentou a falta de sustentabilidade ambiental em países periféricos durante a pandemia. No contexto brasileiro, e especificamente em Manaus, essas limitações tornaram-se aparentes com o aumento dos crimes ambientais, o que refletiu uma falha de governança e fiscalização em um momento crucial

Outra informação que corrobora essa distribuição de poder é o desvio-padrão: antes da pandemia, era de 9,29; durante a pandemia, aumentou para 12,34. Esse aumento é atribuído a uma maior dispersão de dados, o que indica que certos bairros apresentaram crescimento significativamente acima da média, enquanto outros permaneceram estáveis ou tiveram redução nas ocorrências. Em outras palavras, a pandemia não apenas aumentou o número total de casos, mas também aumentou o grau de concentração espacial dos crimes ambientais



Figura 02 – Mapa de Calor da Distribuição dos Crimes Ambientais Durante a Pandemia de Covid-19 em Manaus/Amazonas



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Para compreender a distribuição dos crimes ambientais pela cidade de Manaus durante a pandemia, foi realizado um estudo da diferença absoluta entre os bairros. Dos 63 bairros da capital, alguns apresentaram aumento significativo no volume de ocorrências. Redenção contribuiu para esse aumento, com 23 novos registros adicionados, seguida por Novo Aleixo (+20), Educandos (+19), Flores (+17), Ponta Negra (+15), Colônia Terra Nova (+14) e Centro (+5). Outras áreas apresentaram declínio, como São Francisco e Nossa Senhora das Graças (ambas com -10), Lírio do Vale (-7), Tarumã (-5) e Jorge Teixeira (-3). Por outro lado, regiões como Zumbi, Santa Luzia, Distrito Industrial I e Colônia Oliveira Machado permaneceram consistentes, sem alterações significativas no número de crimes ambientais.

Esse padrão de aumento concentrado em bairros periféricos e com infraestrutura limitada ajuda a esclarecer algo mais: a vulnerabilidade socioecológica dessas regiões. Hou *et al.* (2021), áreas com fraco controle territorial são mais suscetíveis a eventos danosos como a pandemia, amplificando as disparidades existentes e facilitando a propagação de práticas ilegais.

Eles diferem dependendo do contexto local — demográfico, urbano e institucional. O aumento de ocorrências em bairros como Redenção, Educandos e Novo Aleixo, por exemplo, demonstra essa heterogeneidade e reforça a necessidade de diagnósticos territoriais mais precisos.

O distrito de Redenção teve o maior aumento de crimes ambientais durante o primeiro ano da pandemia: de 2 para 25, o número de crimes registrados aumentou. Esse aumento abrupto é ainda mais significativo devido à falta de relevância anterior da área. Esse novo padrão indica não somente um agravamento localizado, mas também uma redistribuição territorial da atividade criminosa.



Bairros como Novo Aleixo, Educandos e Cidade Nova, que já apresentavam altas taxas no período anterior, mantiveram uma tendência de crescimento, sugerindo a persistência de vulnerabilidades estruturais agravadas pelo contexto sanitário. Flores, Ponta Negra, Colônia Terra Nova e Lago Azul também seguiram o mesmo caminho ascendente, consolidando-se como zonas de preocupação contínua.

Esse redesenho territorial está em consonância com o que Gomes, Bastos e Betarelli (2021) documentaram em outras cidades brasileiras: durante a pandemia, a presença institucional foi reduzida e as práticas ilícitas aumentaram, principalmente em áreas sem cobertura governamental, como bairros periféricos. Em Manaus, Redenção e Educandos demonstram essa tendência de forma bastante eficaz.

Um fenômeno semelhante foi registrado em Chicago, onde Campedelli et al. (2022) documentaram uma mudança na criminalidade para regiões com maior fragilidade institucional e exclusão social. Isso corrobora a teoria de que, com o declínio da supervisão formal, as violações tenderam a se deslocar para áreas onde o Estado historicamente teve uma presença limitada.

Além da fragilidade institucional, o próprio ambiente urbano tem um efeito na concentração de crimes ambientais. Conforme descrito por Putra et al. (2023), comunidades com alta concentração populacional, usos mistos do solo e falta de espaços verdes apresentam maior propensão a crimes ambientais. Em Manaus, essas características são perceptíveis em áreas como Educandos, Novo Aleixo e Centro, onde a incidência desses crimes foi particularmente intensa.

Embora muitos bairros de Manaus tenham registrado um aumento nos crimes ambientais durante a pandemia, alguns apresentaram diferentes linhas de ação. São Francisco, Nossa Senhora das Graças e Lírio do Vale apresentaram uma redução significativa no volume de crimes registrados. No entanto, é essencial considerar essas reduções com cautela, especialmente em áreas como Tarumã e Chapada. Esses bairros já apresentavam índices elevados, e as flutuações observadas podem ser devidas a mudanças sazonais ou a deslocamentos específicos da atividade criminosa para outras partes da cidade, em vez de um aumento real nos crimes.

Essa distribuição desigual entre os bairros demonstra um aspecto crucial: a pandemia não só não afetou todas as áreas igualmente, como também teve uma distribuição desigual entre as comunidades. Drenovak (2022) afirma que o aumento da criminalidade em áreas periféricas e densamente povoadas é indicativo de padrões de desigualdade socioambiental que se intensificaram durante a crise sanitária. Esse agravamento reforça os riscos à justiça ambiental, especialmente onde há carência de infraestrutura e serviços públicos. Além disso, os dados de Manaus corroboram os achados de Hipp, Wo e Kim (2017), que indicam que os efeitos da pandemia sobre a criminalidade diferiram conforme o contexto local. Fatores como densidade populacional, ocupação urbana e padrões de mobilidade tiveram efeito direto sobre as taxas de criminalidade, o que poderia explicar o aumento da criminalidade em bairros como Redenção, Educandos e Ponta Negra.



Ao estudar a distribuição de crimes ambientais nas regiões de Manaus, observa-se que todas elas apresentaram um aumento no número total de ocorrências durante o primeiro ano da pandemia. No entanto, uma leitura somente absoluta pode mascarar mudanças mais sutis e relevantes. Como resultado, também foi avaliado o aumento ou a redução percentual na participação de cada zona no total de crimes ambientais registrados (Tabela 1).

Essa análise evidenciou que as regiões Norte, Sul e Centro-Oeste não somente aumentaram em números absolutos, mas também aumentaram sua porcentagem de ocorrências no total de ocorrências. Isso implica que essas regiões se tornaram mais suscetíveis durante a pandemia e, como resultado, o número de crimes ambientais na cidade aumentou.

Por outro lado, as regiões Oeste e Centro-Sul também registraram um aumento no número total de notificações, a participação percentual dessas regiões no conjunto de ocorrências diminuiu. Isso implica que, apesar do crescimento, a taxa de aumento foi menor do que em outras áreas. Por outro lado, a zona Leste manteve sua porcentagem de crimes ambientais praticamente estável, sem variações significativas na distribuição relativa dos crimes ambientais.

Tabela 01 – Distribuição percentual de crimes contra o meio ambiente, segundo a Zona Administrativa de Manaus e períodos.

Zonas	Ocorrência Pré-pandemia	%	Ocorrência Pandemia	%	Tendência
ZONA NORTE	165	24,2	229	26,3	Aumento
ZONA LESTE	88	12,9	114	13,1	Estabilidade
ZONA SUL	133	19,5	174	20,0	Aumento
ZONA OESTE	163	23,9	189	21,7	Redução
ZONA CENTRO-SUL	83	12,2	87	10,0	Redução
ZONA CENTRO-OESTE	49	7,2	77	8,9	Aumento
	681	100	870	100	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

O monitoramento de crimes ambientais em áreas urbanas requer indicadores que possam ser avaliados consistentemente ao longo do tempo e em diferentes regiões com diferentes concentrações populacionais. Nesse contexto, a taxa bruta de crimes ambientais (TBCCA) se mostrou eficaz para relacionar o número total de ocorrências à população residente, sendo essa taxa então padronizada por 100.000 habitantes.

Essa abordagem possibilitou comparações entre bairros com características demográficas distintas e nos permitiu observar a progressão dos crimes ambientais em Manaus, especialmente durante o período que antecedeu e durante a epidemia de COVID-19. Essa abordagem seguiu uma lógica já empregada em outras disciplinas, como a pesquisa de Silva et al. (2020), que documentou o



uso de taxas padronizadas por 100.000 habitantes para investigar homicídios em Pernambuco, enfatizando a importância dessa metodologia para identificar com maior precisão as áreas de crimes violentos.

A taxa bruta de criminalidade ambiental (TBCCA) foi estimada utilizando dados populacionais do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023), aumentando a confiabilidade dos dados. A análise foi realizada em bairros de Manaus durante dois períodos distintos: pré-pandemia (01/04/2019 a 31/03/2020) e pandemia (01/04/2020 a 31/03/2021).

A escolha da taxa padronizada TBCCA por 100.000 habitantes baseia-se nas recomendações de importância metodológica para a robustez das análises espaciais, especificamente no que diz respeito à abordagem da distorção causada por mudanças populacionais absolutas. Como explicam Hanayama, Haginoya e Huraishi (2024), é crucial considerar a população de base para evitar conclusões tendenciosas em análises de crimes baseadas em localização geográfica, tornando essa informação um recurso importante na identificação de locais com maior concentração de crimes ambientais, independentemente da dimensão da população local.

Essa metodologia também aborda um problema frequente em estudos que consideram somente a frequência absoluta de ocorrências, tendendo a superestimar áreas com alta densidade populacional e negligenciar regiões com menor densidade populacional, mas com maiores taxas de infração ambiental per capita.

Além disso, ao incluir uma mudança populacional, o estudo aderiu às recomendações da literatura recente, que foca na necessidade de considerar fatores demográficos em modelos de análise espacial de crimes. Isso facilitou a identificação de perfis estatisticamente significativos que correspondem às características territoriais em estudo.

Educandos manteve a maior taxa de crimes ambientais em todos os períodos analisados, embora os demais bairros tenham apresentado um padrão diferente da fase pré-pandemia (Tabela 02). Durante a pré-pandemia, além de Educandos, Distrito Industrial I, Centro, Vila Buriti, Nossa Senhora das Graças, São Raimundo e Chapada se destacaram. Durante a pandemia, a lista foi ampliada com a adição de Vila Buriti, Ponta Negra e Distrito Industrial II, mantendo-se a situação de afetados de Educandos, Distrito Industrial I e Centro.

Uma comparação direta entre os períodos mostra que o TBCCA em Educandos aumentou de 183,29 para 349,13 incidentes por 100.000 habitantes. A presença contínua de bairros como Vila Buriti, Distrito Industrial I e Centro, sendo parte integrante das áreas mais afetadas, combinada com a adição de Ponta Negra e Distrito Industrial II, aponta para uma ampliação geográfica das áreas com alta concentração de infrações ambientais durante a pandemia.

Essa expansão territorial (Tabela 03) pode ser causada pela falha institucional em lidar com a crise sanitária, especificamente nas áreas mais vulneráveis. Conforme descrito por Lopez et al. (2020),



na América Latina, a falta de ações coordenadas nas periferias urbanas contribuiu para o agravamento da degradação ambiental, revelando padrões de omissão seletiva por parte do poder público.

Tabela 02 – Distribuição da taxa bruta de criminalidade ambiental por bairros em Manaus

Bairro	População (hab.)	Ocorrência	Taxa por 100mil hab
Educandos	11457	21	183,29
Distrito Industrial I	3088	5	161,92
Vila Buriti	2571	4	155,58
Centro	27331	35	128,06
Nossa Senhora das Graças	14568	17	116,69
São Raimundo	12258	14	114,21
Chapada	9668	7	72,40

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Silva et al. (2020) reconhecem que as táticas de distanciamento social empregadas em resposta à COVID-19 tiveram efeitos díspares sobre o comportamento criminoso nas cidades brasileiras, dependendo do tipo de crime e das propriedades do território. Em Manaus, essa alteração parece ter favorecido o aumento de crimes ambientais em áreas próximas, com a presença limitada do Estado e o isolamento social elevado.

Tabela 03 – Distribuição da taxa bruta de criminalidade ambiental por zonas de Manaus

Zona Distrital	População (hab.)	Taxa Pré-pandemia	Taxa durante a Pandemia
Centro-oeste	149.998	32.67	51.33
Centro-sul	175.229	47.37	49.65
Leste	494.319	17.8	23.06
Norte	650.075	25.38	35.23
Oeste	304.084	53.6	62.15
Sul	267.415	49.74	65.07

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

#### 4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS CRIME CONTRA O MEIO AMBIENTE (CCA) CONSIDERANDO AS TIPIFICAÇÕES DA LEI 9.605/1998.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/1998) classifica os crimes ambientais em cinco classes principais: crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural; crimes de poluição e outros delitos ambientais; crimes contra a administração ambiental; crimes contra a fauna; e crimes contra a flora.

A experiência da pandemia demonstrou a necessidade de repensar o conceito de vítima no campo jurídico ambiental. Como explica Joglekar (2021), os crimes ambientais não devem ser considerados crimes sem vítimas, mas sim como comportamentos que levam à vitimização generalizada, tanto individual quanto coletiva. Seus efeitos não se limitam aos humanos, mas também afetam animais, ecossistemas e gerações futuras.



As informações indicam que, em termos absolutos, os crimes associados à exploração direta de recursos naturais, especialmente aqueles relacionados à fauna e à flora, aumentaram significativamente durante a pandemia (Tabela 04). Em contrapartida, os crimes que exigem a atuação direta de órgãos de fiscalização ou laudos técnicos especializados diminuiram.

Tabela 04. Distribuição do quantitativo das classes de crimes ambientais e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Grupo	Pré-pandemia	Pandemia	Variação Absoluto	Variação Percentual
Crimes contra a flora	73	111	38	52.05
Crimes contra a fauna	457	643	189	40.7
Poluição e outros crimes ambientais	129	107	-22	-17.05
Crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural	15	6	-9	-60.0
Crime contra administração ambiental	7	3	-4	-57.14

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

O aumento do sofrimento animal pode ser atribuído a comportamentos impulsivos, exacerbados pelas preocupações sociais do confinamento, sendo considerado um crime grave. Crimes como a pesca em períodos de defeso ou a extração ilegal de minerais são aparentemente motivados por preocupações econômicas; esses crimes são considerados aquisitivos, segundo Boggess e Maskal (2014). Durante a pandemia, o número de crimes contra a fauna (Tabela 05) aumentou significativamente em Manaus. Esse grupo já representava a maioria dos incidentes pré-pandêmicos (457 documentos). Durante a pandemia, o número aumentou para 643 casos.

Tabela 05. Distribuição do quantitativo dos crimes contra a fauna e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Tipificação Criminal	Pré-pandemia	Pandemia	Variação Absoluta	Variação Percentual (%)
Maus-tratos a animais silvestres ou domésticos	382	542	160	41,88
Pesca em período proibido	0	45	45	-
Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécies da fauna silvestre	47	56	9	19,15

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Esse aumento pode ser atribuído à redução das atividades de monitoramento de campo, combinada à estratégia de contenção da COVID-19. Conforme descrito por Chao et al. (2025), esse relaxamento também foi observado em outras áreas, como as regiões costeiras da Indonésia e da Nigéria, onde a redução do monitoramento ambiental levou a um aumento dos crimes contra a vida selvagem.



A situação em Manaus é representativa de uma tendência global. Na Nigéria, este exemplo evidencia que o tráfico de vida selvagem aumentou durante este período, como resultado da redução das ações de fiscalização e das atividades de redes criminosas internacionais, de acordo com Agu, Nwogu e Onyeabor (2022).

Da mesma forma, na Indonésia, o número de transações ilegais de vida selvagem aumentou, facilitado pela falha das agências de fiscalização em implementar adequadamente as regulamentações e pela migração dessas transações para mídias digitais (Puspitasari, 2022).

Esses casos demonstram como a crise sanitária criou brechas institucionais que facilitaram a proliferação de comportamentos predatórios, tanto local quanto transnacionalmente.

Apesar da redução do número de crimes contra a flora (Tabela 06) durante a pandemia, o aumento ainda foi significativo, com um aumento de 52%. Algumas dessas transgressões, como a exploração madeireira e a caça ilegais, podem ser atribuídas as organizações criminosas. Joglekar (2021) afirma que o tráfico de animais selvagens e produtos florestais está entre as atividades ilegais mais lucrativas do mundo, gerando grandes quantias e representando uma ameaça constante às estruturas institucionais, tanto ao nível nacional quanto internacional.

Tabela 06. Distribuição do quantitativo dos crimes contra a flora e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Tipificação Criminal	Pré-pandemia	Pandemia	Varição Absoluta	Varição Percentual (%)
Destruição ou danificação de floresta de preservação permanente	18	22	4	22,22
Exploração econômica de floresta de domínio público	3	0	-3	-100
Extração de minerais irregular em florestas	1	2	1	100
Penetrar em unidades de conservação com substâncias ou instrumentos para caça ou para exploração florestal	2	1	-1	-50
Receber ou adquirir produtos de origem vegetal em desacordo com as determinações legais	4	5	1	25
Transporte ilegal de madeira	23	38	15	65,22
Comercialização ou uso de motosserra em floresta, sem licença ou registro	6	8	2	33,33
Cortar ou transformar madeira em carvão ilegalmente	3	2	-1	-33,33
Corte de árvores em floresta de preservação permanente	6	6	0	0
Dano a plantas de ornamentação	2	1	-1	-50
Dano às unidades de conservação	6	3	-3	-50
Destruição ou danificação da vegetação primária ou secundária	8	13	5	62,5

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Durante a pandemia, houve uma queda de 22 casos de poluição e crimes ambientais difusos (Tabela07), uma redução de 17,05%. Essa redução é causada principalmente por diversos fatores. Um



deles é a redução da atividade industrial e do tráfego durante os períodos de isolamento social, o que pode ter levado à redução de incidentes como descarte inadequado de resíduos e emissões poluentes.

Outro fator pertinente é a mudança no foco da fiscalização, que passou a ser mais voltada para o controle da mobilidade das pessoas do que para o monitoramento ambiental em si. Além disso, a subnotificação deve ser considerada, visto que esse tipo de crime normalmente exige uma queixa técnica ou registro formal, o que pode ter sido afetado negativamente pelas restrições durante esse período.

Nyiwul (2023) citou um relatório da ONU que afirmava que vários países instituíram regulamentações ambientais temporárias durante a pandemia, o que permitiu flexibilidade e reduziu a fiscalização. Esse cenário pode ter influenciado a redução dos casos relatados, gerando um ambiente institucional mais permissivo às práticas ambientalmente prejudiciais, mas ainda menos evidente.

Tabela 07. Distribuição do quantitativo ligados a poluição e outros crimes ambientais e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Tipificação Criminal	Pré-pandemia	Pandemia	Variação Absoluta	Variação Percentual (%)
Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem autorização	3	9	6	200
Poluição com danos à saúde do homem, dos animais ou da flora	48	29	-19	-39,58
Construir ou fazer funcionar obras ou serviços potencialmente poluidores, em desacordo com a lei	70	53	-17	-24,29
Produzir, comercializar, transportar, armazenar ou usar produto ou substância tóxica, em desacordo com a lei	3	0	-3	-100

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Os crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural (Tabela 08) registraram uma queda acentuada durante a pandemia, de 15 para somente 6 incidentes, representando uma redução de 60%.

Tabela 08. Distribuição do quantitativo dos crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Tipificação Criminal	Pré-pandemia	Pandemia	Variação Absoluta	Variação Percentual (%)
Promover obra em solo não edificável	4	5	1	25
Pichação de edificação ou monumento urbano	10	1	-9	-90

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Essa redução, no entanto, pode não representar uma redução significativa nos crimes. Como explicam Dixon, Farrell e Tilley (2022), esse cenário pode representar uma forma de aparente conformidade; a redução nos crimes relatados cria a falsa impressão de que o comportamento ilegal



diminuiu. Na prática, o que ocorre é uma combinação de lacunas na fiscalização e erros na coleta de dados que, em última análise, levam à perpetuação do comportamento ilegal.

Os crimes contra a gestão ambiental (Tabela 09) diminuíram de 7 para 3 (-57,14%). Esses indivíduos, por exigirem uma ação governamental mais direta para identificação e denúncia (por exemplo, a inspeção de projetos de construção, obras, transgressões administrativas), podem ter sido os mais afetados pela paralisação parcial das operações de campo por agências urbanas e ambientais durante o pico da pandemia.

Tabela 09. Distribuição do quantitativo dos crimes contra administração ambiental e variações no período pré-pandemia e durante a pandemia, Manaus.

Tipificação Criminal	Pré-pandemia	Pandemia	Variação Absoluta	Variação Percentual (%)
Obstar fiscalização ambiental	3	0	-3	-100
Omissão em obrigação de relevante interesse ambiental	1	3	2	200

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Ao analisar especificamente os casos de COVID-19 e o número de crimes ambientais (Figura 3) na cidade de Manaus, constatamos o seguinte:

1ª Onda: teve seu ápice em maio de 2020 (10.776 casos), declinando para um mínimo de 8.069 em junho de 2020 e apresentando um ligeiro aumento para 10.776 em outubro de 2020. Enquanto, na 2ª onda, o crescimento, acentuado, começou em novembro de 2020 (18.553) e atingiu seu ápice em janeiro de 2021 (26.159 casos). Posteriormente, houve uma queda significativa de 16.756 casos em fevereiro de 2021 e para 10.227 casos em março de 2021.

A linha verde representa os registros de crimes ambientais, sendo menos suscetíveis a mudanças. Todavia, apresentam uma variação significativa, começando com 56 registros em abril de 2020 e aumentando em cerca de 85 ocorrências em junho de 2020. Houve diminuição entre julho e agosto de 2020, com um pico significativo em outubro de 2020 de 101 registros. Após o ponto mais alto, houve uma ligeira queda em janeiro de 2021 (58 infrações) e uma recuperação em março de 2021 (79 crimes).

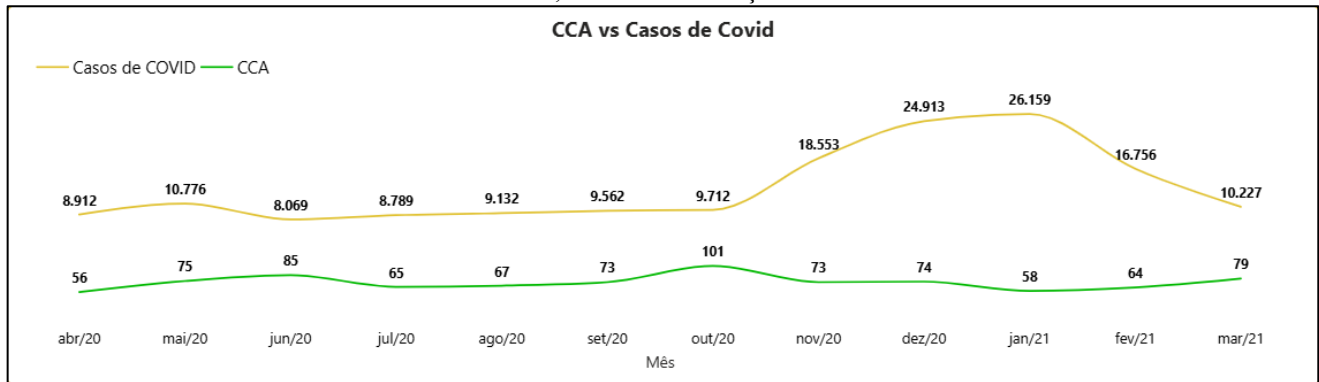
Para explorar uma possível associação entre o aumento de casos de COVID-19 e os crimes ambientais, foi utilizado o teste não paramétrico de Spearman, indicado para dados que não seguem distribuição normal e para detectar correlações monotônicas. A normalidade dos dados de Covid-19 foi previamente testada com o Shapiro-Wilk, que indicou  $p = 0,004$ , confirmando a inadequação de testes paramétricos.

O teste de Spearman apresentou um valor de rho de  $-0,102$ , com um valor de p de  $0,753$ . Isso sugere uma associação negativa muito baixa e, portanto, insignificante ( $p > 0,05$ ), o que nos leva a rejeitar a hipótese nula: não há associação significativa entre o aumento de casos de COVID-19 e os



crimes ambientais. Além disso, a associação negativa observada não deve ser considerada causal, pois o alto valor de p descarta qualquer possibilidade de relação direta entre as variáveis.

Figura 03 – Distribuição da incidência de Covid-19 e Crimes Contra o Meio Ambiental (CCA), segundo o mês e ano, Manaus, abril-2020 a março-2021.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Esses achados estão em linha com a percepção de Gomes, Bastos e Betarelli (2021), ambos utilizando o teste de Spearman, que obtiveram resultado semelhante ( $\rho = -0,102$ ;  $p = 0,753$ ). Isso reforça a necessidade de cautela na atribuição de causalidade a eventos de saúde e variações nos antecedentes criminais, pois múltiplos fatores institucionais e comportamentais podem estar envolvidos.

#### 4.3 ANÁLISE ESPACIAL ESTATÍSTICA DA TAXA DE CRIMES AMBIENTAIS EM MANAUS

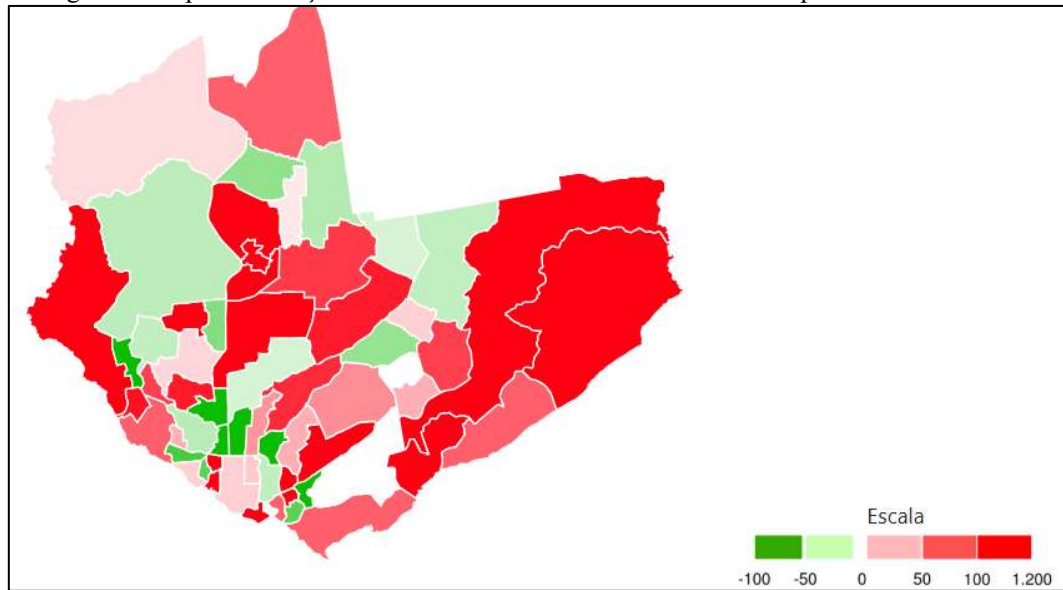
Durante a pandemia de COVID-19, observou-se uma associação temporal entre o aumento das violações ambientais e os picos sanitários. No entanto, a análise estatística não demonstra uma relação direta de causa e efeito. Como explicam Balocchi e Jensen (2019), essas mudanças podem estar associadas a variações institucionais, operacionais ou comportamentais, e não à pandemia em si.

Uma análise estatística espacial foi realizada para determinar se áreas com taxas semelhantes de crimes ambientais estavam concentradas em regiões específicas de Manaus. A investigação considerou a diferença nas taxas entre os períodos pré-pandemia e pandêmico, visando fornecer um mapa territorial mais preciso.

O mapa (Figura4) abaixo ilustra o aumento ou a diminuição percentual nas taxas de crimes ambientais entre esses dois períodos. A escala de cores é utilizada para indicar: verde para taxas decrescentes; branco para estabilidade; e vermelho para aumento percentual.



Figura 4- Mapa de Variação Percentual da Taxa de Crimes Ambientais por Bairro de Manaus



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Os resultados demonstraram um aumento nas áreas periféricas da cidade, particularmente ao sul, leste e norte. Por outro lado, houve reduções ocasionais nas regiões central e oeste, o que demonstrou um padrão espacial bastante complexo. Em outras palavras, a distribuição espacial dos impactos da pandemia sobre os crimes ambientais foi heterogênea.

Visualmente, o padrão não apresentou agrupamentos espaciais claros — o que foi confirmado pela análise estatística.

O Índice Global de Moran foi utilizado para determinar se havia agrupamentos espaciais significativos. O resultado foi  $I$  de Moran =  $-0,019$ , com  $p = 0,5205$  — o que não foi significativo ao nível estatístico. Isso implica que as taxas não estão agrupadas de forma específica, mas sim distribuídas aleatoriamente pela área urbana.

A heterogeneidade observada em Manaus não está associada a um padrão global de autocorrelação espacial, o que contrasta com o observado na cidade de Balocchi e Jensen (2019). Esses autores observam que esse resultado é complexo e sugere a dificuldade de reconhecer um padrão espacial consistente em cidades com alto grau de diversidade estrutural e territorial.

Esse tipo de análise é consonante com as abordagens modernas de planejamento urbano e ambiental. Como explicam Suprayogi, Winardi e Maulana (2025), instrumentos como o índice de Moran facilitam comunicar dados concretos ao público. No entanto, como indicam Mordwa e Laskowska (2020), a ausência de um padrão global não significa que as dinâmicas locais relevantes estejam ausentes, particularmente em áreas vulneráveis.

Apesar da ausência de autocorrelação global significativa no teste de Moran, a análise de autocorrelação local (LISA) revelou áreas específicas que merecem atenção. Este teste demonstrou que alguns bairros se destacam em relação ao entorno.



O mapa de clusters (Figura 05) revelou áreas rotuladas como "Baixo-Alto", o que significa áreas com baixas taxas de criminalidade ambiental, que eram cercadas por bairros com maior taxa de criminalidade. Este foi o caso de bairros como Tarumã, Da Paz, Planalto, Alvorada e Colônia Antônio Aleixo.

Esse tipo de contraste pode indicar ações locais eficazes de fiscalização, forte coesão comunitária ou melhores condições socioeconômicas. Nesses pontos, é possível existirem barreiras territoriais impedindo a propagação dos delitos. Por outro lado, a maioria dos bairros foi considerada "Não significativa", o que sugere que não há um padrão consistente de criminalidade ambiental em Manaus.

Essa descoberta está em consonância com autores como Hanayama, Haginoya e Kuraishi (2024), que defendem a utilização de análises locais como a LISA para revelar padrões ocultos em dados agregados. Esse método já foi empregado em outras investigações no Brasil, incluindo o estudo sobre homicídios em Pernambuco, que demonstra a eficácia do método para a compreensão dos riscos territoriais.

Para determinar se há ou não associação espacial entre as taxas de criminalidade ambiental e fatores socioeconômicos, modelos de regressão espacial foram empregados, além da análise da correlação dos resíduos do modelo linear tradicional (OLS). O objetivo era avaliar se a introdução de estruturas espaciais conseguiria capturar efeitos de vizinhança que não seriam explicados por OLS.

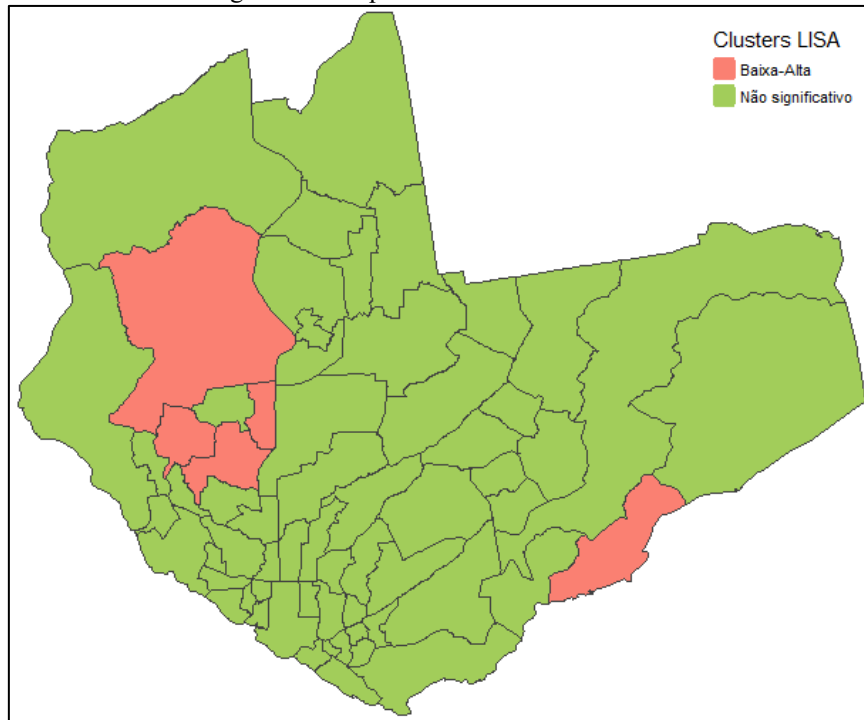
Além disso, o teste de Moran aplicado aos resíduos do OLS revelou ausência de autocorrelação espacial (Moran I = -0,189; p = 0,9952), corroborando o modelo tradicional sem a necessidade de ajustes geográficos. Como resultado, o modelo tradicional foi mantido como comparação e reforçou a compreensão de que, no caso de Manaus, os efeitos globais não espaciais não foram significativos na explicação da criminalidade ambiental.

Como resultado, os resultados evidenciam que a criminalidade ambiental em Manaus está distribuída por múltiplas áreas, não havendo clusters globais de significância, mas sim focos locais significativos. Isso implica que as estratégias para lidar com esse tipo de criminalidade devem considerar as características específicas de cada distrito, em vez de tentar abordar o problema com uma abordagem universal.

Casos como Tarumã e Alvorada demonstram o conceito de "zonas de oportunidade" — áreas com baixa infraestrutura, fiscalização limitada e uso desordenado do solo, segundo Ribeiro, Corrêa e Couto Júnior (2024). Esses são ambientes que facilitam a ocorrência de crimes ambientais, especialmente em períodos de crise.



Figura 05 - Mapa de Clusters Locais - LISA



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2025.

Em última análise, a experiência de Manaus corrobora pesquisas internacionais, como a realizada por Pouradeli et al. (2024), na província de Kerman, também carecia de autocorrelação global, porém, havia a presença de padrões locais. Isso enfatiza a importância de considerar o território como um componente significativo no combate a crimes ambientais.

As evidências indicam que o contexto pandêmico produziu efeitos estruturais sobre a dinâmica da criminalidade ambiental em Manaus. A diminuição da presença do Estado e o enfraquecimento da fiscalização ambiental durante uma crise sanitária levaram a uma situação propícia ao aumento da prevalência de práticas ilegais, como desmatamento, caça e descarte não convencional de resíduos. Esse fato está em consonância com estudos internacionais que demonstram um aumento de crimes ambientais em períodos de ausência institucional e calamidade pública.

A análise espacial demonstra que os crimes ambientais se concentram em áreas socialmente desfavorecidas, com acesso limitado a serviços públicos e infraestrutura básica, aumentando o potencial de degradação ambiental. A pandemia, nesse sentido, atuou como catalisador de desigualdades.

A articulação entre métodos estatísticos e geoespaciais evidencia que a pandemia não somente alterou o volume dos crimes ambientais, mas também redefiniu seus padrões territoriais, tornando mais visíveis as relações entre vulnerabilidade social, governança ambiental e segurança pública.



## 5 CONCLUSÃO

Foi atingido o objetivo desta pesquisa, estudar a distribuição de crimes ambientais em Manaus durante os períodos pré-pandemia (2019/2020) e pandêmico (2020/2021), a fim de compreender os efeitos do contexto da COVID-19 na distribuição desses crimes e em sua frequência.

A análise foi realizada por meio de uma combinação de análises estatísticas e geoespaciais e sustentadas pelos dados provenientes dos registros da Polícia Civil do Estado do Amazonas (SISP).

Os resultados demonstraram um aumento de 27,75% nos crimes ambientais durante o primeiro ano da pandemia, a maioria dos quais incidentes contra a fauna e a flora, bem como uma mudança na distribuição das cenas de crime para bairros periféricos como Redenção, Educandos e Novo Aleixo. Essa expansão territorial é significativa devido à fragilidade institucional e à perda de controle ambiental durante uma crise sanitária.

Apesar da ausência de autocorrelação espacial significativa no Índice Global de Moran, as análises locais (LISA) mostraram focos pontuais de alta incidência, reforçando a importância de estratégias territorializadas de prevenção.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa contribui para o campo da criminologia verde, combinando análise espacial e criminologia ambiental, proporcionando uma nova abordagem ao contexto urbano da Amazônia. A investigação também aborda uma deficiência teórica na literatura — a ausência de modelos que expliquem a pandemia, a vulnerabilidade socioespacial e a criminalidade ambiental — consolidando a relevância da Amazônia como território de observação privilegiado para a criminologia.

Em termos sociais, os resultados têm relevância direta para a formulação de políticas de monitoramento ambiental e gestão territorial integrada. O reconhecimento de “zonas de oportunidade” para crimes ambientais aumenta a necessidade de expansão institucional e de presença contínua do Estado nas áreas mais vulneráveis, especialmente em tempos de crise.



## REFERÊNCIAS

AGU, Helen U.; NWOGU-IKOJO, Akachi Lynda; ONYEABOR, Emmanuel. Crise da COVID-19, tráfico de vida selvagem e governança ambiental na Nigéria. *The Nigerian Juridical Review*, v. 17, p. 1–25, 2022. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/njl/article/view/247764>. Acesso em: 1 fev. 2025.

AKHTAR, Farooq et al. Impact of COVID-19 on environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 44, p. 62034–62045, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14838-3>. Acesso em: 17 fev. 2025.

ANDRESEN, Martin A.; HA, Olivia K.; DAVIES, Garth. Efeitos do desemprego e da criminalidade espacialmente variáveis no longo e no curto prazo. *The Professional Geographer*, v. 73, n. 2, p. 297–311, 2021.

ANSER, Muhammad Khalid et al. Environmental and natural resource degradation in the wake of COVID-19 pandemic: a wake-up call. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 30, p. 38524–38530, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13650-1>. Acesso em: 2 fev. 2025.

BALOCCHI, Cecilia; JENSEN, Shane T. Spatial modeling of trends in crime over time in Philadelphia. *The Annals of Applied Statistics*, v. 13, n. 4, p. 2235–2259, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1214/19-AOAS1280>. Acesso em: 24 jun. 2025.

BOGGESS, Lyndsay N.; MASKALY, Jon. The spatial context of the disorder–crime relationship in a study of Reno neighborhoods. *Social Science Research*, v. 43, p. 168–183, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2013.10.002>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BRAAKMANN, Nils; DURSUN, Bahadir; ZAMBIASI, Diego. Spatial inequality in unsolved crimes: evidence from small neighborhoods. *Journal of Regional Science*, v. 64, n. 2, p. 396–425, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jors.12615>. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRANTINGHAM, Paul; BRANTINGHAM, Patricia. Crime pattern theory. In: *Environmental criminology and crime analysis*. Willan, 2013. p. 100–116.

CAMPEDELLI, Gian Maria; FAVARIN, Serena; AZIANI, Alberto; PIQUERO, Alex R. Disentangling community-level changes in crime trends during the COVID-19 pandemic in Chicago. *Journal of Criminal Justice*, v. 81, p. 101917, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2022.101917>. Acesso em: 2 jul. 2025.

CAO, Xinghua et al. Unraveling the asymmetric impact of pandemic uncertainty on maritime crimes: a comparative analysis of ten maritime nations. *Transportation Research Record*, v. 2679, n. 1, p. 2048–2064, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/03611981241258755>. Acesso em: 17 jul. 2025.

CHAMBERLAIN, Alyssa W.; HIPPI, John R. It's all relative: concentrated disadvantage within and across neighborhoods and communities, and the consequences for neighborhood crime. *Journal of Criminal Justice*, v. 46, p. 128–137, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2016.04.005>. Acesso em: 23 mar. 2025.



CHEN, Tongxin et al. Spatio-temporal stratified associations between urban human activities and crime patterns: a case study in San Francisco around the COVID-19 stay-at-home mandate. *Computational Urban Science*, v. 2, n. 13, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00041-2>. Acesso em: 9 fev. 2025.

DAMACENA, Fernanda Dalla Libera; DA ROSA JUNG, Bruna. Criminologia verde e abuso animal: uma introdução necessária.

DIXON, Anthony C.; FARRELL, Graham; TILLEY, Nick. Illegal waste fly-tipping in the Covid-19 pandemic: enhanced compliance, temporal displacement, and urban–rural variation. *Crime Science*, v. 11, n. 8, p. 1–11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40163-022-00170-3>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DOS SANTOS, Simone Nogueira; DA SILVA NUNES, Adriana Cristina. O crime ambiental compensa? Análise da efetividade da fiscalização em três florestas nacionais no estado de Rondônia, Brasil. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, v. 24, n. 3, p. 5, 2022.

DRENOVAK–IVANOVIĆ, Mirjana. The importance of the right to a healthy environment during the pandemic. *Annals of the Faculty of Law in Belgrade – Belgrade Law Review*, v. 70, n. 4, p. 177–193, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.51204/Anali\\_PFBU\\_22406A](https://doi.org/10.51204/Anali_PFBU_22406A). Acesso em: 11 mar. 2025.

FOLLY, M.; VIEIRA, F. A. Crimes ambientais na Amazônia: lições e desafios da linha de frente. 2024.

GOYES, David Rodríguez et al. Southern green cultural criminology and environmental crime prevention: representations of nature within four Colombian Indigenous communities. *Critical Criminology*, v. 29, n. 3, p. 469–485, 2021.

GOMES, Luziane da Silva; MEDEIROS, Elvira Helena Oliveira de; BASTOS, Suzana Quinet de Andrade; BETARELLI JÚNIOR, Admir Antônio. Crimes na era COVID-19: evidências para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Segurança Pública*, v. 17, n. 2, p. 370–393, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.31060/rbsp.2023.v17.n2.1720>. Acesso em: 13 mar. 2025.

HANAYAMA, Aiko; HAGINOYA, Shumpei; KURAIISHI, Hiroki. Testing the accuracy of geographical profiling considering the effect of the number of crimes. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*, v. 21, n. 2, e1625, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jip.1625>. Acesso em: 16 jun. 2025.

HIPP, John R.; WO, James C.; KIM, Young-An. Studying neighborhood crime across different macro spatial scales: the case of robbery in 4 cities. *Social Science Research*, v. 64, p. 233–245, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.09.016>. Acesso em: 6 jul. 2025.

HOOGHE, Marc et al. Unemployment, inequality, poverty and crime: spatial distribution patterns of criminal acts in Belgium, 2001–06. *British Journal of Criminology*, v. 51, n. 1, p. 1–20, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bjc/azq041>. Acesso em: 5 fev. 2025.

HOU, Miaomiao et al. Investigating the impact of the COVID-19 pandemic on crime incidents number in different cities. *Journal of Safety Science and Resilience*, v. 2, n. 1, p. 20–26, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.01.002>. Acesso em: 13 jul. 2025.

JOGLEKAR, Yashprada. Environmental crimes: effect of COVID-19 on non-human victims. *Journal of Victimology and Victim Justice*, v. 4, n. 1, p. 33–40, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/25166069211031140>. Acesso em: 3 jul. 2025.



- KURLAND, Justin et al. Wildlife crime: a conceptual integration, literature review, and methodological critique. *Crime Science*, v. 6, n. 1, p. 4, 2017.
- LEŚNIAK, Andrzej; POŁOŃCZYK, Agnieszka; WAŚNIEWSKI, Przemysław. Variations in the spatial distribution of crime events in an urban environment during the COVID-19 lockdown. *Cartography and Geographic Information Science*, v. 49, n. 2, p. 171–188, 2022.
- LOPEZ-FELDMAN, Alejandro et al. Environmental impacts and policy responses to Covid-19: a view from Latin America. *Environmental and Resource Economics*, v. 76, n. 4, p. 447–517, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00493-2>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- LYNCH, Michael J.; LONG, Michael A. Green criminology: capitalism, green crime and justice, and environmental destruction. *Annual Review of Criminology*, v. 5, n. 1, p. 255–276, 2022.
- LYNCH, Michael J.; STRETESKY, Paul B. Exploring green criminology: toward a green criminological revolution. Routledge, 2016.
- LYNCH, Michael J. et al. Is it a crime to produce ecological disorganization? Why green criminology and political economy matter in the analysis of global ecological harms. *British Journal of Criminology*, v. 53, n. 6, p. 997–1016, 2013.
- MORDWA, Stanisław; LASKOWSKA, Patrycja. Environmental crime predictors and the spatial distribution of crime: the case of Stare Baluty in Lodz, Poland. *Space – Society – Economy*, v. 31, n. 1, p. 121–136, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18778/1733-3180.31.07>. Acesso em: 14 fev. 2025.
- NYIWUL, Linus Mabughi. COVID-19 and the environmental regulatory response: compendium of regulatory, ad hoc changes and implications. *Environmental Protection Research*, v. 3, n. 1, p. 26–37, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37256/epr.3120232046>. Acesso em: 4 jul. 2025.
- PAUKKU, Eelis. Environmental crime in a welfare state: a case study on the prosecution of environmental crimes in Finland 2015–2020. *International Journal of Comparative and Applied Criminal Justice*, v. 48, n. 1, p. 3–27, 2024.
- POURADELI, Shiva et al. The ecological impact of the COVID-19 pandemic on crime trends in Kerman Province of Iran. *Scientific Reports*, v. 14, n. 28866, p. 1–12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77205-z>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- PURNAWENI, Hartuti et al. The issue of “environmental policy” during a COVID-19 pandemic: a bibliometric overview. *E3S Web of Conferences*, v. 317, n. 05011, p. 1–10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131705011>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- PUSPITASARI, Retno. O aumento do comércio de animais selvagens raros durante a pandemia de Covid-19 na Indonésia. *PAMALI: Revisão da Lei do Mestre Pattimura*, v. 1, n. 1, p. 14–24, 2022. Disponível em: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/pamali/article/view/8790>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- PUTRA, Dimas Widya et al. Understanding the position of urban spatial configuration on the feeling of insecurity from crime in public spaces. *Frontiers in Built Environment*, v. 9, p. 1114968, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1114968>. Acesso em: 1 mar. 2025.



RIBEIRO, R. E. O impacto da escolaridade e das desigualdades socioespaciais na criminalidade urbana em São Paulo. 2018. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

RIBEIRO, Renata Esteves; CORRÊA, Rodrigo Studart; COUTO JÚNIOR, Antônio Felipe. Criminological analysis of green delicts in the Federal District of Brazil. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 13, n. 1, p. 200–212, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2024v13i1p.200-212>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SHARIF, Sherajul Mustajib; UDDIN, Md Kamal. Environmental crimes and green criminology in Bangladesh. *Criminology & Criminal Justice*, v. 23, n. 3, p. 490–510, 2023.

SILVA, Carlos et al. Spatial modeling for homicide rates estimation in Pernambuco State–Brazil. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 9, n. 12, p. 740, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi9120740>. Acesso em: 7 jul. 2025.

STASSEN, Richard; CECCATO, Vania. Environmental and wildlife crime in Sweden from 2000 to 2017. *Journal of Contemporary Criminal Justice*, v. 36, n. 3, p. 403–427, 2020.

SUPRAYOGI, Bayu Setyawan; WINARDI, Rijadh Djatu; MAULANA, Aviandi Okta. Mapping the landscape of environmental crime: a literature review of emerging research themes and future directions. *Journal of Economic Criminology*, v. 8, art. 100144, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconc.2025.100144>. Acesso em: 1 jul. 2025.

SYPION-DUTKOWSKA, Natalia; LEITNER, Michael. Land use influencing the spatial distribution of urban crime: a case study of Szczecin, Poland. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 6, n. 3, p. 74, 2017.

VAN UHM, Daan P.; NIJMAN, Rick C. C. The convergence of environmental crime with other serious crimes: subtypes within the environmental crime continuum. *European Journal of Criminology*, v. 19, n. 4, p. 542–561, 2022.

WHITE, Rob; HECKENBERG, Diane. *Green criminology: an introduction to the study of environmental harm*. Routledge, 2014.

WORTLEY, Richard; MAZEROLLE, Lorraine. *Environmental criminology and crime analysis*. UK: Willan Publishing, 2008.

