

INDICADORES DE PRESSÃO: UMA ANÁLISE DO CRESCIMENTO URBANO DE CIANORTE (1985-2022) CORRELACIONADO AO MODELO PRESSÃO-ESTADO- RESPOSTA (P-E-R)

Ricardo Henrique Bueno ¹
Mauro Parolin ²
Adriana Fanali ³
Sidival Antônio Calderan ⁴

INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno global que gera desafios para cidades de todos os tamanhos e contextos. O rápido crescimento urbano, muitas vezes impulsionada pelo crescimento populacional e desenvolvimento econômico, pode trazer benefícios significativos, como a melhoria na infraestrutura e na qualidade de vida. No entanto, também pode gerar impactos ambientais, sociais e econômicos. O município de Cianorte, localizado no estado do Paraná, não é exceção a essa tendência.

Igualmente, Cianorte tem experimentado um crescimento urbano evidenciado pelo censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2022 que apresentou uma população de 79.527 habitantes, um crescimento de 12% em relação ao censo anterior, superando a média do aumento da população paranaense nesse período, que foi de 11,7% e superior ao índice nacional de 8,19%.

Eventualmente, como hipótese dessa pesquisa, aventou-se a possibilidade de pressão exercida pela população do município de Cianorte, localizado próximo a área do Parque Cinturão Verde. Diante desse cenário, torna-se essencial analisar de forma sistemática as pressões que impulsionam esse crescimento, o estado atual do ambiente

¹ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá – PR, buenogeography@gmail.com;

² Doutor, Professor Associado, Colegiado de Geografia da Universidade Estadual do Paraná, Campus de Campo Mourão – PR, Professor, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá – PR, mauroparolin@gmail.com;

³ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá – PR, dri.fanali.bittiol@gmail.com;

⁴ Mestre, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão – PR, sidivalcalderan@hotmail.com.

urbano e as respostas implementadas para mitigar os impactos negativos no interior do parque Cinturão Verde.

Para tal, a metodologia Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) desenvolvido pela *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) oferece um quadro analítico para entender essas dinâmicas complexas e é amplamente utilizada em estudos ambientais e de gestão urbana, como aponta Briguenti (2005). Essa metodologia permite a identificação e avaliação das pressões antropogênicas sobre o meio ambiente, o estado resultante do ambiente e as respostas políticas e sociais a essas mudanças.

A análise do modelo P-E-R possui cunho sistêmico, semelhante à proposta por Sochava (1977) de geossistema, pois compõe a análise da paisagem que é caracterizada pela necessidade de associação entre diversos aspectos físicos e humanos. No entanto, Souza (2005) alerta que a paisagem não é concebida como a somatória dos atributos do meio físico nesta proposta.

Desse modo, com o propósito de analisar o crescimento urbano de Cianorte entre 1985 e 2022 e correlacionar com a pressão exercida sobre o parque Cinturão Verde, utilizou-se a metodologia P-E-R e mapas que documentam a expansão da área urbana permitindo uma compreensão das transformações ocorridas no município durante esse período.

Por meio dessa análise, espera-se contribuir para um conhecimento mais profundo das dinâmicas de crescimento urbano em Cianorte e oferecer novas possibilidades para a formulação de estratégias de desenvolvimento sustentável que possam ser aplicadas tanto localmente quanto em contextos similares. Mediante o exposto, destaca-se que os resultados dessa pesquisa são preliminares.⁵

No âmbito da avaliação do impacto ambiental, o modelo P-E-R permite compreender as interações complexas entre as atividades humanas, o estado do meio ambiente e as respostas da gestão ambiental (OECD, 2021). Ela possibilita a identificação das pressões exercidas pelas atividades humanas, o estado atual do meio ambiente afetado e as respostas necessárias para minimizar esses impactos.

⁵ Este estudo compõe resultados preliminares do projeto de doutorado intitulado “Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) na obtenção de informações da cobertura vegetal do parque Cinturão Verde em Cianorte – PR, correlacionadas ao modelo P-E-R” pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá com recursos financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Nesse viés, Briguenti (2005) salienta que o modelo de P-E-R apresenta-se mundialmente conhecido e trata-se um modelo conceitualmente de aplicação muito simples, que proporciona uma facilidade de uso e torna-se uma referência metodológica que pode ser aplicada em diversas escalas.

Desse modo, destaca-se que o uso do modelo P-E-R fundamenta-se em uma importante ferramenta para a avaliação da degradação ambiental, permitindo elaborar estratégias de controle diante os problemas ambientais ocorridos em uma determinada área. Nesse contexto, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o Geoprocessamento de imagens obtidas por meio de plataformas como o MapBiomias também constituem importantes ferramentas para o planejamento e identificação dos possíveis danos causados pelas atividades humanas.

Fujaco et al. (2010) salienta que o geoprocessamento é uma ferramenta importante em estudos ambientais, pois, permite o armazenamento dos dados, a manipulação, o cruzamento das informações, além do tratamento estatístico.

Por conseguinte, corroborando essas ideias, encontram-se trabalhos de Tabacow e Silva (2022), Lorini, Persson e Silva (2022), Barroso, Abdo e Silva (2022), que destacam a contribuição que o geoprocessamento fornece para estudos ambientais e a expansão urbana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Entende-se que a natureza não realiza alterações bruscamente em seu sistema e que o homem exerce um papel fundamental na transformação do ambiente, nesse sentido, Suguio (2001) afirma que o homem está exercendo pressão sobre os recursos naturais em virtude da demanda de produtos necessários à sua existência.

Sendo assim, empregou-se parte do modelo de P-E-R, pelo qual, permite-se selecionar os geoindicadores básicos para a elaboração da análise ambiental dos municípios localizados na área de estudo. O modelo de Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) foi elaborado pela *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD), a partir do modelo original de Pressão-Resposta desenvolvido por Friend e Rapport (1979) para ecossistemas.

No modelo de Pressão-Estado-Resposta, os indicadores de pressão identificam as atividades humanas que podem provocar alterações no ambiente, controlando o sistema

natural. Os indicadores de estado são relacionados às condições dos atributos do meio físico, referindo-se a sua qualidade e quantidade de recursos naturais. Os indicadores de resposta apresentam a ação da sociedade, especificamente as Políticas Públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental.

Desse modo, seguindo o modelo de Pressão-Estado-Resposta, considerou-se uma adaptação do modelo voltado para atender os objetivos desta pesquisa, sendo:

- Indicadores de Pressão: os *inputs* que representam o fator antrópico (uso da terra, população e aumento das áreas impermeáveis).

Inicialmente, para a identificação dos indicadores de pressão, realizou-se o mapeamento do município de Cianorte-PR no *software* Qgis 3.34.8® no período que compreende os anos de 1985 – 2022 com base nos dados de uso e cobertura da terra disponíveis na plataforma MapBiomias Brasil. Para tal, utilizou-se a Coleção 8 do MapBiomias com as imagens disponíveis para o município de Cianorte-PR com resolução espacial de 30 metros, o processamento dos dados e o mapeamento final realizaram-se no *software* Qgis 3.34.8®, sendo posteriormente gerados os gráficos indicando o aumento da área impermeável no *software* Microsoft Excel®

Segundo Moraes (2020), o MapBiomias é uma iniciativa que reúne uma rede colaborativa de especialistas em biomas, uso da terra, sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informação Geográfica) e ciência da computação. Estes especialistas utilizam processamento em nuvem e classificadores automatizados, desenvolvidos e operados na plataforma *Google Earth Engine*®, para produzir uma série histórica de mapas anuais sobre a cobertura e o uso da terra no Brasil

Conforme o catálogo da legenda disponível na plataforma MapBiomias, realizou-se a classificação das imagens para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022. Os tipos de uso da terra foram classificados de acordo com os valores de pixels indicados na legenda da plataforma e categorizados como: Floresta, Área Rural e Área Urbana.

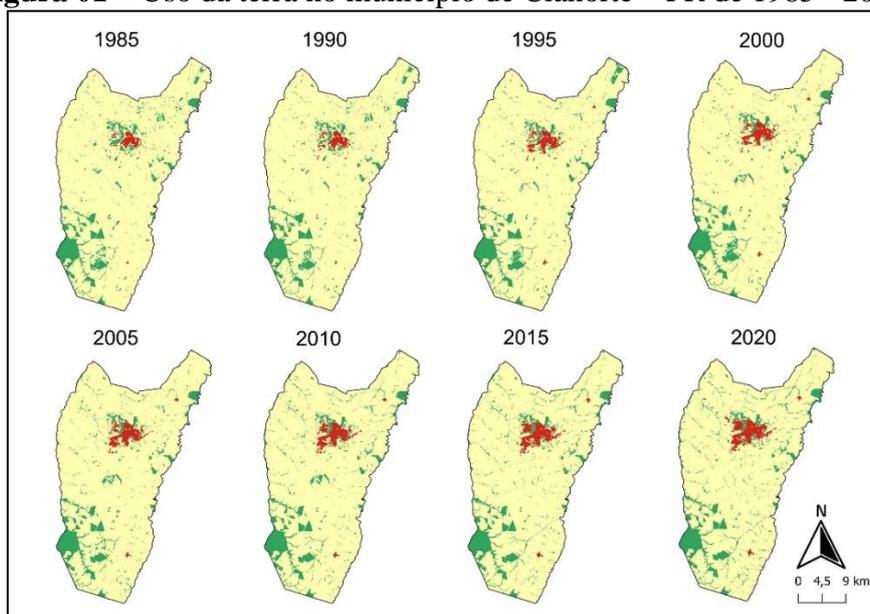
Em seguida, os valores de pixels encontrados entre 2.5 e 6.5 classificaram-se como Floresta, indicando áreas com cobertura vegetal significativa. Da mesma forma, os valores de pixel entre 6.6 e 21.5, bem como entre 24.6 e 48.5, classificaram-se como Área Rural, representando terras destinadas principalmente à agricultura e outras atividades agrícolas. Por fim, os valores entre 23.5 e 24.5 classificaram-se como Área Urbana, correspondendo às áreas impermeáveis do município.

Portanto, essa classificação permitiu a constatação das mudanças no uso da terra em Cianorte-PR ao longo do período observado, fornecendo a base necessária para a aplicação da metodologia Pressão-Estado-Resposta (PER) na avaliação do crescimento urbano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se o crescimento da área urbana de Cianorte ao longo dos anos analisados nesta pesquisa, (Figura 01). O município de Cianorte possui uma área total de 814,33 km². No ano de 1985, a área urbana correspondia a 0,94% desse total, enquanto em 2020, essa porcentagem aumentou para 2,63%.

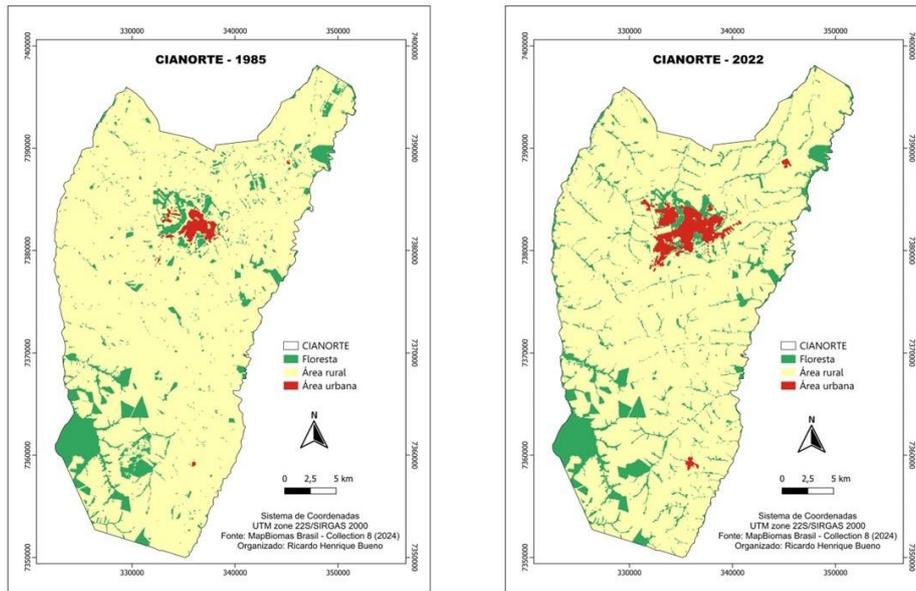
Figura 01 – Uso da terra no município de Cianorte – PR de 1985 - 2020



Fonte: MAPBIOMAS (2024)
Organizado: Autores

Comparando-se o ano de 2022 (Figura 02), que é o último ano observado devido à disponibilidade de dados, verifica-se que a área urbana de Cianorte cresceu para 2,69% da área total, o que equivale a 21,87 km². Comparando os dados atuais aos de 1985, observa-se que a área urbana cresceu 185%.

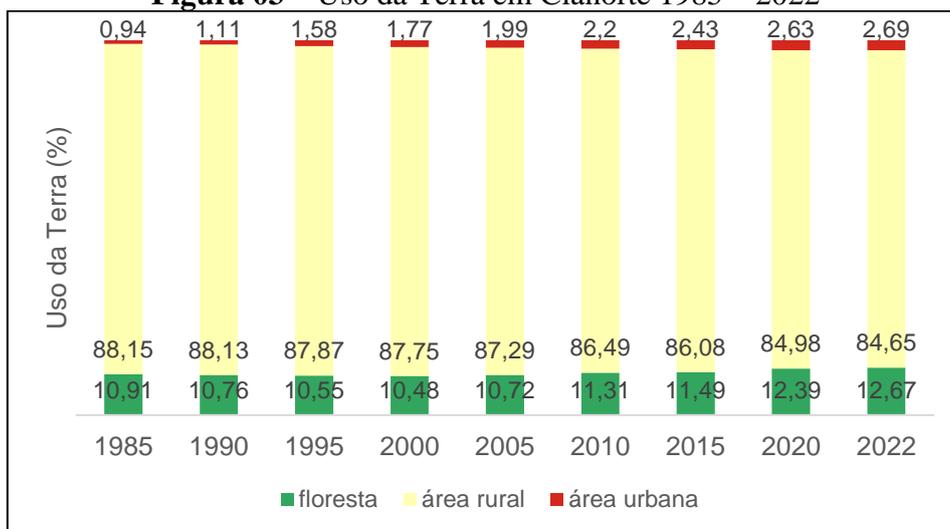
Figura 02 – Uso da terra no município de Cianorte 1985 e 2022



Fonte: MAPBIOMAS (2024)
Organizado: Autores

Na figura 03 observa-se que a dinâmica do uso da terra para o município de Cianorte ao longo do período de 1985 a 2022, reforçando o aumento da área urbana. Em relação às florestas também verifica-se o aumento, de 1,76% da área total do município, ou seja, menos expressivo do que o aumento da área urbana. Na mesma medida, observa-se uma redução contínua na área destinada à produção rural.

Figura 03 – Uso da Terra em Cianorte 1985 – 2022



Fonte: MAPBIOMAS (2024)
Organizado: Autores

Considera-se que o crescimento urbano gera pressões sobre o meio ambiente, como a degradação de áreas naturais, aumento da poluição e alterações nos ecossistemas locais. Conforme o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), essas pressões resultam em mudanças no estado ambiental, que, por sua vez, exigem respostas adequadas por parte da gestão pública e da sociedade.

Esse estudo encontra-se na fase inicial, portanto, o objetivo neste trabalho foi a identificação da pressão existente pelo crescimento da área urbana, consequentemente do aumento da população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento urbano de Cianorte, evidenciado pelo aumento significativo da área urbana entre 1985 e 2022, destaca a complexidade das interações entre a urbanização e o meio ambiente. Os dados analisados demonstram que a área urbana passou de 0,94% para 2,69% da área total do município, refletindo um crescimento de 185% nas últimas décadas. Esse fenômeno, embora associado a melhorias na infraestrutura e na qualidade de vida, traz consigo uma série de pressões ambientais que devem ser cuidadosamente monitoradas e geridas.

A metodologia Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) se mostrou mais uma vez uma ferramenta eficaz para compreender essas dinâmicas, permitindo a identificação das pressões exercidas pela ocupação do solo e pelo aumento das áreas impermeáveis, que podem impactar negativamente o Parque Cinturão Verde e os ecossistemas locais. A análise preliminar sugere que a urbanização em Cianorte não apenas altera a paisagem, mas também pode intensificar processos erosivos e afetar a qualidade dos recursos hídricos na região.

Além disso, o uso de ferramentas de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) proporcionou uma base sólida para a análise das mudanças no uso da terra, destacando a importância dessas tecnologias na avaliação e planejamento ambiental. A continuidade deste trabalho permitirá não apenas uma avaliação mais abrangente dos impactos ambientais em Cianorte, mas também a proposição de soluções que possam ser aplicadas em contextos urbanos semelhantes.

Por fim, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para um entendimento das dinâmicas de crescimento urbano e suas implicações ambientais,

servindo como um recurso valioso para a formulação de políticas públicas que visem a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais na região.

Palavras-chave: Crescimento urbano; Uso da Terra, Pressão-Estado-Resposta (P-E-R), Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado (Processo 141231/2023-8). O segundo autor agradece ao CNPq (Processo 308093/2023-2). O terceiro autor agradece à Capes (Processo 88887.901226/2023-00).

REFERÊNCIAS

BARROSO, L. V.; ABDO, O. E.; SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado à percepção ambiental na região lagunar do leste fluminense. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.) *Geoprocessamento & meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022, Cap. 3, p. 113-143.

BRIGUENTI, E. C. *O uso de Geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do ribeirão Anhumas, Campinas/SP*. 2005. 79f. Dissertação (Mestrado): Universidade de Campinas. Campinas/SP, 2005.

RAPPORT, D.; FRIEND, A. Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A stress-response approach. *Catalogue (Statistics Canada) Ottawa*: Minister of Supply and Services Canada v. 11, n. 510, 1979.

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. *REM: R. Esc. Minas*, Ouro Preto, v. 63, n. 4, p. 695-701, out./dez. 2010.

IBGE. *Censo Demográfico 2022: resultados gerais da amostra*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LORINI, M. L.; PERSSON, V. G.; SILVA, J. X. Geoprocessamento como apoio à gestão de biodiversidade: Um estudo de caso da distribuição e conservação de habitats e populações do Mico-Leão-da-Cara-Preta (*Leontopithecus Caissara*) nos municípios de Guaraqueçaba (PR) e Cananea (SP). In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.) *Geoprocessamento & meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022, Cap. 2, p. 71-108.

MAPBIOMAS. *Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil*. 2024.

MORAES, R. A. Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017. *Revista Engenharia de Interesse Social*, Belo Horizonte – MG, ano 5, v. 5, n. 6, p. 77-96, jul./dez. 2020.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. *Core set of indicators for environmental performance reviews*. Paris: OECD, 1993.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. São Paulo: *Revista do Departamento de Geografia - USP*, São Paulo - SP, n.16, 1977.

SOUZA, R. M. *Inventário dos geoindicadores, 1989 a 2004, da bacia hidrográfica Águas de Miringuava, distrito de Floriano – PR*. 2005. 70f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá/PR, 2005.

SUGIO, K. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais. Passado, Presente = Futuro?* São Paulo/SP: Editora Paulo's, 2001. 336p.

TABACOW, J. W.; SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na ilha de Santa Catarina (SC). In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.) *Geoprocessamento & meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022, Cap. 1, p. 35-68.