

Serviços ecossistêmicos de regulação: Uma abordagem integrada para a revitalização do Riacho das Piabas, Campina Grande-PB

Regulatory ecosystem services: An integrated approach to the restoration of the Piabas Stream, Campina Grande-PB

Leonardo Souza do Prado Júnior¹, Fábio Remy de Assunção Rios², Igor Leite Virginio³, Nilmara Gonçalves da Silva Ferreira Melo⁴ e Veneziano Guedes de Sousa Rêgo⁵

v. 14/ n. 2 (2026)
Abril/Junho

Aceito para publicação em 16/05/2026.

¹Doutorando pela Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. ORCID: 0000-0001-5195-0389. E-mail: leonardosouzadopradojr@gmail.com;

²Doutorado em Engenharia de Materiais pelo PPG-CEMat/UFCG (Materiais Não Convencionais), Mestrado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais - Materiais Não Convencionais) pela Universidade Federal de Campina Grande (2008), Especialização em Metodologia do Ensino Superior (2016) pelo CESED/UNIFACISA, Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho (2013) pela FIP, Especialização em Análise Ambiental pelo CEDUC/UEPB, Especialização em Gestão Ambiental Industrial pela UEPB/CEGAMI/IEL PB (2005), graduação em ADMINISTRAÇÃO/UEPB(2004), graduação em ENGENHARIA CIVIL/UFCG(2000), graduação em Arquitetura e Urbanismo (2024). ORCID: 0000-0002-1630-2420. E-mail: fabioremy@gmail.com;

³Mestre em Administração Pública pelo PROFIAP/UFCG (2017). Possui graduação em Administração pelo IESP (2008), graduação em Direito pela UEPB (2014), Pós-Graduação lato sensu em Controladoria e Finanças pela ESAB (2012), Pós-Graduação lato sensu em Gestão Pública pela Faculdade Internacional Signorelli (2015), Pós-Graduação lato sensu em Direito Constitucional pela Faculdade Internacional Signorelli (2016). ORCID: 0009-0007-8950-6540. E-mail: igor.virginio@gmail.com;

⁴Licenciada em Ciências Biológicas pela Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, da Universidade de Pernambuco (UPE). Pós-graduanda em Gestão e Educação Ambiental pelas Faculdades Montenegro, em Ibicaraí-BA. ORCID: 0009-0000-7517-4417. E-mail: nilmara.melo@fenixrep.com.br;

⁵É Biólogo (CRBio n. 46.880/5D) e Professor Universitário, com formação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (Licenciatura em 2001 e Bacharelado em 2003). Possui Especialização em Educação Ambiental (UEPB, 2006), Mestrado e Doutorado em Recursos Naturais, pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CTRN, 2010 e 2014). ORCID: 0000-0002-6018-5874. E-mail: veneziano.guedes@professor.ufcg.edu.br.

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RDG>

RESUMO: Os serviços ecossistêmicos de regulação são fundamentais para a sustentabilidade urbana, especialmente em cidades do semiárido brasileiro, onde a pressão antrópica e a degradação ambiental são intensas. Este artigo tem como objetivo discutir a interface entre Educação Ambiental (EA) e a conservação dos serviços ecossistêmicos de regulação na microbacia do Riacho das Piabas, em Campina Grande-PB. Por meio de uma abordagem qualitativa, baseada em revisão bibliográfica e análise documental, o estudo identificou uma perda de 73% dos serviços ecossistêmicos entre 1989 e 2014, com ênfase na regulação hídrica, climática e controle de erosão. A análise evidencia que a Educação Ambiental crítica e comunitária, tal como praticada pela Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas (ARRPIA), atua como catalisadora da percepção pública e do engajamento cívico. Conclui-se que a integração entre EA, instrumentos econômicos (como Pagamento por Serviços Ambientais) e a valorização de componentes-chave, como os polinizadores, é essencial para a revitalização participativa e sustentável da microbacia. O estudo oferece um modelo conceitual que pode subsidiar políticas públicas e futuras intervenções.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos; Regulação Ambiental; Educação Ambiental Crítica; Revitalização de Microbacias; Semiárido Urbano.

ABSTRACT: Ecosystem regulation services are fundamental for urban sustainability, especially in cities in the Brazilian semi-arid region, where anthropogenic pressure and environmental degradation are intense. This article aims to discuss the interface between Environmental Education (EE) and the conservation of ecosystem regulation services in the Riacho das Piabas watershed, in Campina Grande-PB. Through a qualitative approach, based on literature review and documentary analysis, the study identified a loss of 73% of ecosystem services between 1989 and 2014, with an emphasis on water regulation, climate and erosion control. The analysis shows that critical and community Environmental Education, as practiced by the Articulation for the Revitalization of Riacho das Piabas (ARRPIA), acts as a catalyst for public perception and civic engagement. It is concluded that the integration between EE, economic instruments (such as Payment for Environmental Services) and the valorization of key components, such as pollinators, is essential for the participatory and sustainable revitalization of the watershed. The study offers a conceptual model that can inform public policies and future interventions.

Keywords: Ecosystem Services; Environmental Regulation; Critical Environmental Education; Revitalization of Microbasins; Urban Semi-Arid Region.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os serviços ecossistêmicos de regulação desempenham um papel crucial na manutenção da qualidade ambiental e do

bem-estar humano, sobretudo em áreas urbanas que sofrem com a expansão desordenada e a degradação de recursos naturais. Tais serviços, que incluem o controle do clima local, a regulação do ciclo hidrológico, a purificação da água e do ar, além da estabilização dos solos e da biodiversidade, são fundamentais. No contexto das cidades do semiárido brasileiro, a compreensão e valorização desses serviços tornam-se essenciais para o planejamento urbano sustentável e para a mitigação dos impactos ambientais (Oliveira et al., 2023; Pinto; Guimarães; Moutinho, 2022).

Em Campina Grande (PB), o Riacho das Piabas representa um exemplo emblemático de microbacia urbana degradada pela ocupação irregular e pela ausência de infraestrutura ambiental adequada. Pesquisas realizadas por Ferreira (2018) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) evidenciaram uma redução alarmante de 73% na disponibilidade de bens e serviços ecossistêmicos entre 1989 e 2014, resultado direto da substituição da vegetação nativa por áreas impermeabilizadas. Os serviços de regulação do fluxo de água, regulação climática e controle de erosão foram os mais afetados, comprometendo a capacidade da microbacia de sustentar o equilíbrio ecológico local e amplificando a vulnerabilidade socioambiental da região (Oliveira et al., 2022).

Paralelamente, estudos como o de Andrade et al. (2023) destacam a importância de instrumentos legais e econômicos, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), previstos na Lei Federal nº 14.119/2021 e na Lei Estadual nº 10.165/2013 (PEPSA/PB), para incentivar práticas de conservação e recuperação ambiental. No entanto, além de incentivos econômicos, é imprescindível o fortalecimento da Educação Ambiental (EA) comunitária como meio de ampliar a percepção pública sobre o valor dos ecossistemas urbanos e promover a corresponsabilidade cidadã na gestão dos recursos naturais (Souza et al., 2024; Sousa et al., 2024). A percepção do valor dos serviços, incluindo os culturais, é um fator chave para o engajamento comunitário (Pereira et al., 2024).

Diante desse contexto de degradação e da necessidade de estratégias multiescalares para a conservação, este estudo propõe discutir como a Educação Ambiental pode contribuir para a valorização e conservação dos serviços ecossistêmicos de regulação no Riacho das Piabas, utilizando-se de uma abordagem teórico-documental. Pretende-se, assim, fornecer subsídios conceituais e metodológicos que apoiem ações de gestão participativa e de políticas públicas voltadas à revitalização sustentável da microbacia urbana.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO

Os serviços ecossistêmicos (SE) são definidos como os múltiplos benefícios que a natureza oferece à sociedade humana (Mea, 2005). Eles são classificados em serviços de provisão, regulação, suporte e culturais. Os serviços de regulação referem-se aos processos ecológicos que atuam na manutenção da estabilidade ambiental e dos sistemas de suporte à vida, sendo cruciais para a resiliência dos ecossistemas. Exemplos notáveis incluem a purificação da água, o controle de enchentes e da erosão, a regulação do clima local e global, e a ciclagem de nutrientes (Costanza et al., 2017).

Em ambientes urbanos, a importância desses serviços é amplificada pela alta densidade populacional e pela crescente vulnerabilidade a desastres ambientais. Contudo, nas cidades que os SE se tornam mais vulneráveis devido à intensa impermeabilização do solo e à supressão da vegetação, o que compromete diretamente a capacidade de regulação hídrica e térmica (Oliveira et al., 2022).

A tese de Ferreira (2018), ao analisar a microbacia do Riacho das Piabas em Campina Grande (PB), forneceu evidências empíricas cruciais, demonstrando que a urbanização desordenada resultou em uma perda expressiva desses serviços, com destaque para a queda da capacidade de regulação hídrica e de controle de erosão. Essa constatação reforça o argumento de que a incorporação da análise e valoração dos serviços ecossistêmicos deve ser um instrumento prioritário de gestão urbana, orientando o planejamento e identificando áreas essenciais para a restauração ecológica e o manejo sustentável, especialmente em ecossistemas do Semiárido brasileiro (Oliveira; Guedes; Costa, 2022).

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA

A Educação Ambiental (EA) constitui-se como uma ferramenta estratégica para a transformação social e a construção de valores, conhecimentos e atitudes voltadas à conservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável. De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), a EA deve ser um componente essencial e permanente, promovendo a compreensão das inter-relações entre sociedade e natureza e estimulando a participação individual e coletiva na preservação do meio ambiente.

No contexto de microbacias urbanas degradadas, a EA Crítica e Comunitária tem o potencial de ir além da mera sensibilização, fomentando a corresponsabilidade social e o engajamento cívico. No caso específico do Riacho das Piabas, iniciativas da sociedade civil, como a Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas (ARRPIA), vêm desempenhando um papel fundamental ao mobilizar a comunidade, escolas e a universidade (UFCG) em ações de sensibilização e formação (Ferreira, 2018). Estudos recentes reforçam que a EA em ambientes urbanos é vital para a formação de "sujeitos ecológicos" e para alinhar a gestão da cidade com os objetivos da sustentabilidade (Sousa

et al., 2024). A integração efetiva entre a Educação Ambiental e a gestão dos serviços ecossistêmicos é o caminho para a consolidação de uma cultura de conservação duradoura (Souza et al., 2024).

2.3 POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) surgem no cenário global como um instrumento econômico que visa reconhecer, remunerar e, conseqüentemente, incentivar as práticas de conservação e uso sustentável do solo por parte dos provedores, internalizando o valor dos benefícios ecossistêmicos na economia (Wunder, 2015).

No Brasil, a Lei Federal nº 14.119/2021 instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), criando um arcabouço legal robusto para a aplicação do mecanismo. Em nível estadual, a Paraíba possui a Lei nº 10.165/2013 (PEPSA/PB), que estabelece diretrizes próprias. Contudo, a pesquisa de Andrade et al. (2023) ressalta que, apesar da existência desses marcos legais, a efetividade e a regulamentação concreta do PSA, especialmente em contextos urbanos e no Semiárido, ainda representam um desafio, exigindo maior articulação entre os entes federativos e a sociedade civil (Pinto; Guimarães; Moutinho, 2022).

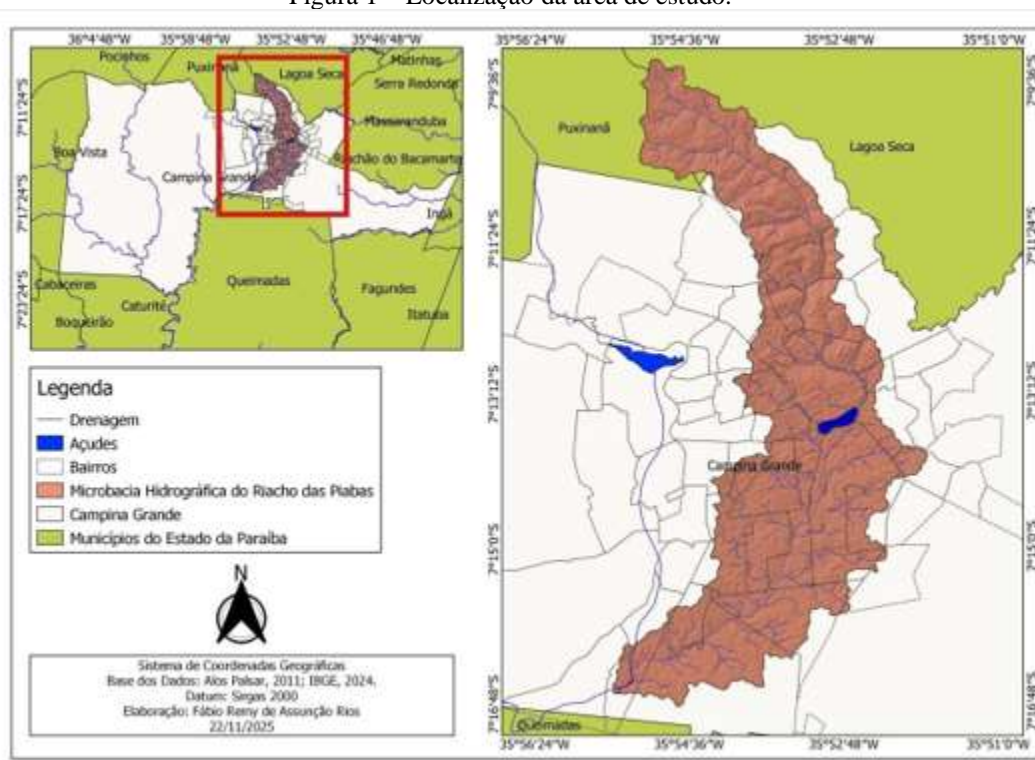
A valoração dos serviços ecossistêmicos, seja ela monetária ou ecológica, é essencial para subsidiar tanto os programas de PSA quanto às políticas de gestão e Educação Ambiental, orientando as decisões públicas e comunitárias (Oliveira et al., 2022). Dessa forma, a compreensão detalhada do valor ecológico e social dos serviços de regulação do Riacho das Piabas é um passo fundamental para um planejamento urbano verdadeiramente sustentável e para a atração de investimentos em revitalização.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Campina Grande localiza-se na Mesorregião do Agreste Paraibano, limitando-se com os municípios de Lagoa Seca, Puxinanã, Massaranduba e Queimadas. Possui 419.379 habitantes e área de 591,658 km² (IBGE, 2022). A zona urbana atualmente possui 61 bairros. A microbacia hidrográfica do Riacho das Piabas possui 35,264 km² (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado por Fábio Remy de Assunção Rios (2025).

Essa área caracteriza-se por ter clima tropical chuvoso. Conforme Macedo, Guedes e Sousa (2011, p. 109) "a precipitação média anual é de 804,9 mm, com valores mensais concentrados, superiores a 100 mm durante os meses de março a julho, apresentando menor precipitação entre os meses de outubro a dezembro". A vegetação é composta por florestas subcaducifólica e caducifólica próprias das áreas de agreste.

Com relação ao relevo, o município de Campina Grande está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, que é formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1000 metros (CPRM, 2005). A hidrografia apresenta escoamento intermitente do tipo dendrítico. Os principais cursos d'água são os rios Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, Cruzeiro e Surão. Além dos riachos: Logradouros, Piaba, Marinho, Caieira, Tronco e Cunha (CPRM, 2005).

3.2 CLASSIFICAÇÃO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Classificação da pesquisa

Abordagem: Qualitativa, pois o objetivo é analisar e interpretar criticamente as relações conceituais e contextuais entre os fenômenos (EA, degradação da microbacia e serviços de regulação), sem a preocupação de mensuração estatística (Creswell, 2014).

Natureza: Exploratória e Descritiva, visando aprofundar o conhecimento sobre um tema pouco explorado em termos de integração sistêmica (EA-SE-PSA no semiárido urbano) e descrever as características contextuais da microbacia do Riacho das Piabas e os instrumentos de gestão aplicáveis.

3.2.2 Procedimentos de coleta (secundária)

O procedimento foi dividido em etapas sequenciais:

- a) **Revisão Bibliográfica Sistemática:** Levantamento exaustivo de literatura científica e especializada, priorizando publicações dos últimos cinco anos, nas bases de dados SciELO, Google Scholar e periódicos Qualis A, com foco nos seguintes eixos temáticos: Serviços Ecológicos de Regulação em ambientes urbanos e semi áridos; Educação Ambiental e a construção da percepção de valor dos ecossistemas; Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e sua interface com a gestão hídrica.
- b) **Análise Documental Crítica:** exame de fontes institucionais e acadêmicas de alto impacto, consideradas as peças-chave para a contextualização do estudo:
- c) **A Tese de Ferreira (2018):** para a obtenção de dados geoespaciais e quantitativos secundários sobre a perda dos serviços ecológicos (regulação hídrica e climática) na microbacia do Riacho das Piabas entre 1989 e 2014.
- d) **Artigos e Leis sobre PSA (e.g., Andrade et al., 2023; Lei Federal nº 14.119/2021; PEPSA/PB):** Para a compreensão do arcabouço legal e dos desafios de implementação dos instrumentos econômicos no contexto regional.
- e) **Documentos de Gestão Pública de Campina Grande (PB):** Planos Diretores, Planos Municipais de Saneamento Básico, e documentos da Secretaria de Meio Ambiente e **Desenvolvimento Sustentável, visando mapear ações e vazios de políticas públicas.**
- f) **Relatórios da Sociedade Civil:** Materiais de divulgação e relatórios da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas (ARRPIA), para identificar as práticas de EA em curso e o nível de mobilização comunitária.

3.3 SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE QUALITATIVA

A fase analítica foi pautada pela Sistematização de Conteúdo (Análise de Conteúdo Qualitativa), permitindo o agrupamento das informações coletadas em categorias temáticas para a geração de inferências (Bardin, 2011).

Identificação de Lacunas: Mapeamento da dissonância entre a alta perda de serviços ecossistêmicos de regulação (Ferreira, 2018) e a eficácia das políticas de gestão e educação ambiental existentes.

Análise das Conexões: Avaliação da intersecção entre as práticas de Educação Ambiental (ações da ARRPIA e políticas municipais), a valoração dos serviços e a aplicabilidade do PSA no Riacho das Piabas.

Construção da Síntese Interpretativa: Elaboração de um Modelo Teórico Integrado, que proponha estratégias de EA capazes de potencializar a valorização e a conservação dos serviços ecossistêmicos urbanos, oferecendo subsídios conceituais e práticos para a gestão participativa na microbacia.

3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A principal limitação reside na dependência exclusiva de dados secundários e documentos institucionais. A ausência de coleta de percepção comunitária em campo ou de medições ambientais primárias impede a validação empírica in loco das propostas. No entanto, esta metodologia é plenamente adequada ao escopo teórico e documental proposto, que visa a geração de conhecimento conceitual e a proposição de modelos para futuros estudos aplicados e intervenções.

4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA MATA DO LOUZEIRO

4.1 LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO URBANO

A Mata do Louzeiro está situada no bairro Louzeiro, em Campina Grande (PB), a cerca de 10 minutos do centro da cidade. Trata-se de um fragmento significativo de Caatinga Florestal, inserido em uma zona urbana densa, desempenhando papel essencial para a qualidade ambiental local.

Originalmente, era um sítio na década de 1960, e posteriormente o Louzeiro foi reconhecido como área ambientalmente relevante nos anos 1990 e, em 2013, apontado como possível local para a construção do Jardim Botânico de Campina Grande. Segundo Lima (2014), esse reconhecimento ocorreu em razão da presença de nascente do Riacho das Piabas e da importância ecológica da vegetação remanescente para aquela região.

4.2 BIOMA E COMPOSIÇÃO VEGETAL

O fragmento encontrado na mata do Louzeiro, representa uma área de Caatinga arbórea, com espécies como *Schinopsis brasiliensis* (baraúna) e *Piptadenia moniliformis* (catanduva),

características de ambientes mais úmidos da Caatinga. Como destacam Leal, Tabarelli e Silva (2003), remanescentes desse tipo são essenciais para a manutenção da biodiversidade regional.

Com base em estudos da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande, UEPB (Universidade Estadual da Paraíba), num levantamento florístico da Caatinga (2014), foram encontrados os seguintes elementos da flora e fauna: Espécies arbóreas e arbustivas como a Catanduva (*Piptadenia stipulacea*), Baraúna / Braúna (*Schinopsis brasiliensis*), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), Angico (*Anadenanthera colubrina*), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), Bromélias terrestre, Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), dentre outros.

Relativo a Fauna da Mata do Louzeiro, por ser um corredor ecológico urbano, o Louzeiro abriga várias espécies de aves adaptados a fragmentos florestais tais como: Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), Sanhaçu-cinzento (*Tangara sayaca*), Galo-de-campina / Cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*), Caboclinho (*Sporophila* spp.). Anu-preto (*Crotophaga ani*).

Alguns Mamíferos como: Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), Mocó (*Kerodon rupestris*), Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), além de Répteis e Anfíbios: Teju (*Salvator merianae*), Lagartixas e calangos (*Tropidurus hispidus*), Cobra-coral-falsa (*Oxyrhopus trigeminus*), Cascavel raramente registrada nas regiões mais afastadas. pererecas e sapos próximos ao olho d'água (especialmente em épocas chuvosas), bem como insetos e pequenos invertebrados como borboletas de várias espécies, abelhas nativas (jandaíra, moça-branca, uruçú), formigas, cortadeiras e de solo, libélulas e mariposas

4.3 IMPORTÂNCIA AMBIENTAL

4.3.1 Presença de Nascentes e Regulação Hídrica

O Louzeiro abriga um importante olho-d'água do riacho das Piabas, contribuindo para a recarga hídrica e a proteção do lençol freático.

Lima (2014) destaca que a preservação dessas fontes foi um dos principais motivos para o reconhecimento jurídico da área como espaço protegido. As figuras mostram a presença de nascentes e regulação hídrica.

Figura 2 – Presença de nascentes e regulação hídrica.



Fonte: autores (2025)

Figura 3 – Presença de nascentes e regulação hídrica.



Fonte: autores (2025)

Percebe-se que a presença dessa nascente é um importante vetor de regulação do clima, vegetação, contribuindo de forma efetiva para a manutenção do bioma local. A mata integra memórias locais e faz parte da identidade campinense, ainda que pouco conhecida pela população. O estudo de Lima (2014) evidencia que a invisibilidade da área deriva de fatores históricos, estéticos e discursivos, como a associação equivocada de “natureza ideal” às florestas tropicais densas, uma narrativa comum na mídia brasileira desde o século XX.

4.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS OBSERVADOS NA VISITA A MATA DO LOUZEIRO - SERVIÇOS DE REGULAÇÃO

A classificação a seguir segue o Millennium Ecosystem Assessment (2005), referência internacional em ecologia.

4.4.1 Regulação Microclimática e Conforto Térmico

Durante a visita, observou-se redução perceptível da temperatura ao adentrar a mata, aumento da umidade e sensação térmica mais amena.

Esse fenômeno é explicado por Monteiro e Mendonça (2015), que afirmam que áreas verdes reduzem a temperatura urbana através do sombreamento e da evapotranspiração. Tauk-Tornisielo (2009), ao definir matas urbanas como “ilhas de frescor”, afirma que mitigam o calor em cidades densamente construídas. As figuras mostram a regulação microclimática e conforto térmico.

Figura 4 – Presença de regulação microclimática e conforto térmico



Fonte: autores (2025)

Figura 5 – Presença de regulação microclimática e conforto térmico



Fonte: autores (2025)

Esse comportamento presenciado na mata do Louzeiro é decorrente de vários fatores dentre os quais pode se citar a capacidade de fotossínteses das matas e árvores, o sombreamento, a presença do lençol freático raso e obviamente a umidade presente no local.

4.4.2 Regulação Hídrica

A vegetação reduz a erosão, facilita infiltração de água no solo e protege as nascentes. Esse tipo de serviço é fundamental em zonas urbanas, como reforça Santos et al. (2011), ao mostrar que resíduos e desmatamento comprometem a dinâmica hidrológica dos fragmentos urbanos. As figuras mostram a Regulação Hídrica.

Figura 6 – Presença de Regulação Hídrica.



Fonte: autores (2025)

Figura 7 – Presença de Regulação Hídrica.



Fonte: autores (2025)

É possível perceber que além da regulação hídrica, a presença da vegetação é importante para a manutenção dos seres vivos como os animais presentes naquela região favorecendo o ciclo da vida.

4.4.3 Purificação do Ar

A densa vegetação contribui para a remoção de partículas e melhoria da qualidade do ar, especialmente relevante em áreas urbanas próximas da mata do Louzeiro, mas precisamente na Rosa Mística, Palmeiras, etc.

4.4.4 Serviços de Suporte

4.4.4.1 Manutenção da Biodiversidade

A presença de espécies nativas e fauna associada revela um ecossistema funcional. Leal, Tabarelli e Silva (2003) destacam que os remanescentes da Caatinga são fundamentais para sustentar seus processos ecológicos.

4.4.4.2 Ciclagem de Nutrientes e Formação do Solo

A serapilheira observada na trilha contribui para a manutenção da fertilidade e para a estabilidade do solo presente, bem como recuperação do solo degradado, observado na mata do Louzeiro.

4.4.5 Serviços de Provisão

4.4.5.1 Recursos Naturais

A mata contém frutos, madeira seca e plantas medicinais tradicionalmente conhecidas na Caatinga, embora seu uso seja restrito devido ao status de preservação e conservação. As figuras mostram os Recursos Naturais.

Figura 8 – Presença dos Recursos Naturais.



Fonte: autores (2025)

Figura 9 – Presença dos Recursos Naturais.



Fonte: autores (2025)

A presença dos recursos naturais é evidenciada através das árvores, flores, matas e riachos observados e conseqüentemente a fauna através das aves, mamíferos, insetos presente em toda a mata que constitui um capital ambiental de extrema importância.

4.4.6 Recursos Hídricos

A nascente do Riacho das Piabas constitui um dos elementos hídricos mais relevantes da Mata do Louzeiro, desempenhando papel estratégico para a dinâmica ambiental e urbana de Campina Grande. Trata-se de uma fonte de água doce que, apesar de pequena em volume, apresenta elevado

valor socioambiental por sua contribuição à recarga hídrica, manutenção da umidade do solo, suporte aos ecossistemas locais e mitigação dos efeitos da impermeabilização urbana.

Segundo Lima (2014), essa nascente representa um patrimônio natural historicamente associado à formação e identidade da paisagem da região, atuando como ponto de equilíbrio ecológico em uma área cada vez mais pressionada pela expansão urbana. Além de alimentar o curso inicial do Riacho das Piabas importante afluente do sistema hidrográfico local, a nascente funciona como micro-habitat para espécies de fauna e flora associadas a ambientes ripários, favorecendo a biodiversidade e contribuindo para a estabilidade ecológica do fragmento florestal.

Do ponto de vista dos serviços ecossistêmicos, o recurso hídrico proporciona regulação microclimática, melhoria da qualidade do ar, suporte à fauna silvestre, redução de processos erosivos e conservação da fertilidade do solo. Ademais, desempenha papel cultural e paisagístico, sendo frequentemente utilizado como referência em estudos ambientais, projetos de educação ambiental e ações de sensibilização comunitária.

Entretanto, como destacam diversos estudos associados à degradação da Mata do Louzeiro, o recurso hídrico encontra-se vulnerável a impactos antrópicos, tais como assoreamento, presença de resíduos sólidos, ocupações irregulares, redução da vegetação ciliar e alterações no regime de drenagem. A manutenção da integridade da nascente é, portanto, fundamental para a preservação do ecossistema como um todo.

4.4.7 Serviços Culturais

4.4.7.1 Educação Ambiental

A visita possibilita aprendizado direto sobre ecologia, clima urbano, conservação e biodiversidade, além de proporcionar um contato direto com o ecossistema da cidade e no seu entorno.

4.4.7.2 Recreação e Bem-estar

O ambiente proporciona silêncio, paisagem verde e sensação de tranquilidade — elementos associados ao bem-estar psicológico, amparados por estudos internacionais sobre ambientes naturais.

4.4.7.3 Valor Histórico e Identitário

A mata compõe o imaginário local, apesar de ainda invisibilizada dinâmica discutida por Lima (2014) ao analisar as narrativas de “natureza idealizada” em Campina Grande.

4.5 PROBLEMAS E PRESSÕES ANTRÓPICAS

4.5.1 Deposição Irregular de Resíduos

A presença de lixo compromete a qualidade ambiental da área, um problema recorrente identificado por diferentes pesquisas. Santos et al. (2011) reforçam que resíduos sólidos reduzem a capacidade das áreas verdes de fornecer serviços ecossistêmicos. As figuras mostram a Deposição Irregular de Resíduos.

Figura 10 – Presença da deposição irregular de resíduos



Fonte: autores (2025)

Figura 11 – Presença da deposição irregular de resíduos



Fonte: autores (2025)

Foi possível observar a presença em todo córrego da nascente do riacho a presença de lixos, resíduos e materiais de várias naturezas.

4.5.2 Ausência de Fiscalização e Cercamento

A falta de infraestrutura de proteção facilita o uso inadequado da mata e acelera processos de degradação. Outra questão diz respeito à invisibilidade Social. Pois a população pouco conhece a área, apesar de seu valor ecológico, histórico e geográfico. Segundo Lima (2014), a construção simbólica da natureza em Campina Grande contribuiu para esse apagamento.

4.6 POTENCIAL PARA CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL

A área tem um grande potencial relativo às questões relacionadas a sua exploração de forma racional e sustentável, várias possibilidades são possíveis como um Jardim Botânico, um polo de conservação das diversidades, exploração dos serviços ecossistêmicos a exemplo da regulação, cultural, etc.

4.6.1 POSSIBILIDADE DE JARDIM BOTÂNICO

A área possui características adequadas para educação ambiental, pesquisa e preservação, conforme discutido nas propostas de 2013. Por estar próxima ao centro urbano, a Mata do Louzeiro pode se tornar:

- um polo de conservação da biodiversidade
- uma área de recreação
- um laboratório vivo para universidades

Porém, são necessárias ações de gestão, recuperação e conscientização pública para que o fragmento deixe de ser invisível e passe a ser valorizado pelo município.

4.6.2 RELAÇÃO COM OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A biodiversidade observada na mata do Louzeiro está diretamente ligada aos seguintes serviços de regulação: Regulação térmica (efeito de sombra + evapotranspiração), Regulação hídrica (nascente do Piabas), Controle de erosão, Filtragem de poluentes no ar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 POLINIZADORES COMO COMPONENTE ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS DE REGULAÇÃO E INDICADOR DE FRAGMENTAÇÃO URBANA

A análise bibliográfica consolidada, juntamente com as evidências de campo, converge para a premissa de que os polinizadores constituem um componente insubstituível dos serviços ecossistêmicos de regulação na microbacia do Riacho das Piabas, um ecossistema urbano no Semiárido. Embora frequentemente subestimados em planos de revitalização, agentes como abelhas nativas (meliponíneos), *Apis mellifera* e borboletas desempenham um papel determinante na manutenção da biodiversidade funcional e na estabilidade ecológica (Costanza et al., 2017; Mea, 2005). A drástica redução de 73% nos serviços ecossistêmicos observada por Ferreira (2018) na microbacia entre 1989 e 2014 sugere um colapso na qualidade ambiental que, inevitavelmente, impacta a fauna polinizadora. Esta degradação é sintomática da perda de habitats e da desconexão ecológica causada pela intensa urbanização e pela supressão da mata ciliar, fatores que limitam severamente a oferta de recursos florais e os locais de nidificação, comprometendo a saúde ecológica do riacho (Santos et al., 2021; Oliveira et al., 2022).

Figura 12 – Agente polinizador encontrado.



Fonte: Leonardo (2025)

Os polinizadores atuam como indicadores ecológicos sensíveis da qualidade e da fragmentação do habitat. Essa sensibilidade foi comprovada in loco (Figura 1) durante as visitas à comunidade Buraco da Gia, em Campina Grande: enquanto a matriz urbana consolidada apresentava uma ausência notável de insetos polinizadores, a transição imediata para áreas de mata ciliar e vegetação residual revelou a presença de diversas espécies de borboletas. Essa distribuição espacial

restrita corrobora a literatura que aponta a paisagem urbana como uma barreira ecológica que isola as populações, impedindo o fluxo de polinizadores e a consequente dispersão de pólen e sementes (Pinto; Guimarães; Moutinho, 2022). O restabelecimento do serviço de polinização, portanto, não é apenas um benefício acessório, mas uma condição *sine qua non* para a regeneração da vegetação nativa e para a recuperação da resiliência geral do ecossistema da microbacia.

5.2 EFEITO DA URBANIZAÇÃO NA OFERTA DE RECURSOS E CONECTIVIDADE

A pressão urbana sobre a microbacia se manifesta primeiramente na perda de conectividade e na redução da diversidade floral, elementos vitais para a sobrevivência dos polinizadores. A impermeabilização do solo, a eliminação da mata ciliar e o uso de práticas de jardinagem que não favorecem a flora nativa criam um deserto alimentar para a entomofauna, forçando os polinizadores a dependerem de fragmentos isolados de vegetação encontrados na (Figura 2). Este isolamento genético não só ameaça a estabilidade das populações de insetos, mas também enfraquece a capacidade da flora local de se regenerar eficientemente, uma vez que a distância entre plantas compatíveis e seus polinizadores aumenta drasticamente (Oliveira et al., 2022).

Figura 13 – Fragmentos isolados de vegetação.



Fonte: Leonardo (2025)

A fragmentação do habitat atinge em cheio a resiliência dos polinizadores, especialmente das abelhas nativas sem ferrão, que possuem raios de voo menores quando comparadas às abelhas africanizadas, tornando-as mais vulneráveis às rupturas da paisagem. O estudo de Santos et al. (2021) enfatiza que, em ecossistemas urbanos tropicais secos, a persistência de polinizadores está diretamente ligada à manutenção de corredores ecológicos mínimos e à disponibilidade de água e materiais para nidificação. A ausência de polinizadores nas áreas mais adensadas de Campina Grande, conforme evidenciado pela pesquisa, indica que a matriz urbana atua como um filtro seletivo que permite a sobrevivência apenas das espécies mais generalistas ou com maior capacidade de dispersão.

Portanto, a degradação na microbacia, marcada pela supressão de serviços ecossistêmicos (Ferreira, 2018), pode ser lida como uma crise da polinização que retroalimenta o ciclo de degradação. Para reverter esse quadro, é imperativo que as intervenções de manejo ecológico e engenharia ambiental não se limitem à despoluição do riacho, mas que priorizem a restauração funcional do habitat. Isso inclui a reintrodução de espécies vegetais nativas melitófilas, a criação de micro corredores biológicos e a proteção de áreas de nidificação, visando restabelecer o fluxo de polinizadores entre os fragmentos de mata remanescente (Freitas et al., 2023).

5.2.1 Polinização e a Resiliência da Mata Ciliar

A polinização é o motor biológico por trás da regeneração natural da mata ciliar. Este processo é fundamental, pois garante a produção de sementes e frutos viáveis, essenciais para a dispersão e o estabelecimento de novas plântulas. A mata ciliar na (figura 3), por sua vez, é a principal estrutura de regulação do ecossistema da microbacia, sendo responsável pela filtragem da água, contenção da erosão e regulação microclimática (MELO et al., 2020). A diminuição na eficiência da polinização compromete diretamente a capacidade do ecossistema de se autocurar e de fornecer esses serviços de regulação.

Figura 14 – Mata ciliar.



Fonte: Leonardo (2025)

Quando o serviço de polinização é interrompido, a diversidade genética da flora nativa diminui. Esta perda de diversidade reduz a capacidade da mata ciliar de se adaptar a estresses ambientais, como secas prolongadas ou picos de poluição hídrica, comuns no Semiárido. Melo et al. (2020) destacam a importância dos polinizadores para o sucesso reprodutivo das espécies pioneiras e secundárias, que são as primeiras a colonizar áreas degradadas. Se essas espécies cruciais falham em se reproduzir, a sucessão ecológica é interrompida, e a vegetação permanece em um estágio inicial e frágil, incapaz de cumprir plenamente suas funções regulatórias.

Em síntese, a conservação dos polinizadores deve ser vista como uma estratégia de infraestrutura verde para a microbacia. A ausência ou escassez desses agentes biológicos intensifica o ciclo de fragilidade, onde a degradação ambiental reduz a oferta de recursos e a falta de polinizadores impede a regeneração efetiva da vegetação. Portanto, qualquer plano de revitalização que não integre o manejo da paisagem para os polinizadores estará fadado a resultados incompletos, comprometendo a sustentabilidade a longo prazo dos serviços de regulação fornecidos pela mata ciliar do Riacho das Piabas.

5.2.2 O Papel da Educação Ambiental e da Corresponsabilidade

A Educação Ambiental (EA) comunitária emerge como um instrumento catalisador para a valorização e conservação dos polinizadores em ambientes urbanos. Iniciativas como as promovidas pela ARRPIA demonstram que, ao capacitar a população local, a percepção de risco ambiental é

transformada em ações proativas de conservação. A EA bem-sucedida conecta o conceito abstrato de "serviço ecossistêmico" à realidade tangível do bairro, mostrando que a saúde do riacho está ligada à presença de insetos polinizadores (Medeiros et al., 2022).

Esses processos de mobilização social possibilitam a adoção de práticas de conservação de baixo custo e alto impacto em escala de vizinhança. O plantio de espécies nativas melitófilas em quintais e áreas comuns, a identificação de ninhos de abelhas nativas e a criação de jardins urbanos atuam como suplementos vitais aos fragmentos de mata (Rodrigues de carvalho sousa et al., 2024; Souza et al., 2024). A pesquisa indica que a comunidade, ao ser educada sobre o papel dos polinizadores, passa a enxergá-los não como pragas, mas como aliados da saúde ambiental e da segurança alimentar (Souza et al., 2024).

A atuação comunitária na proteção dos polinizadores reforça o princípio de corresponsabilidade na gestão da microbacia. Ao reconhecer que a vitalidade da fauna polinizadora é um indicador da própria qualidade de vida no entorno do riacho, a população se torna um agente ativo na gestão ambiental, extrapolando a dependência de políticas públicas. Medeiros et al. (2022) ressaltam que esta integração entre conhecimento científico (polinização) e saber local (práticas de manejo) é crucial para garantir a perenidade e a legitimidade das ações de revitalização no Semiárido, onde a escassez de recursos públicos demanda soluções baseadas na autogestão e na resiliência comunitária.

5.3 RECOMENDAÇÕES ESTRATÉGICAS

A discussão dos resultados reafirma que os polinizadores não são apenas um componente da biodiversidade, mas sim um indicador ecológico estratégico e um elemento indispensável para a recuperação e manutenção dos serviços de regulação no Riacho das Piabas. A evidência de campo da restrição da vida polinizadora às áreas de mata residual, contrastando com sua ausência na matriz urbana consolidada, sublinha a urgência de priorizar a conectividade ecológica como meta principal de qualquer projeto de revitalização (Pinto; Guimarães; Moutinho, 2022). A recuperação da funcionalidade da mata ciliar depende intrinsecamente do sucesso reprodutivo da flora, que é mediado por esses insetos.

Portanto, a revitalização da microbacia exige uma abordagem integrada que transcenda o mero saneamento básico ou o plantio genérico de mudas. Recomenda-se a integração de políticas públicas que incluam a criação de corredores de biodiversidade urbana, utilizando espécies vegetais nativas comprovadamente atrativas aos polinizadores locais. É crucial que a legislação urbanística e o planejamento paisagístico da cidade de Campina Grande reconheçam e protejam os fragmentos de

mata ciliar como refúgios de polinizadores, implementando zonas de amortecimento contra a poluição e o adensamento (Freitas et al., 2023).

Em última análise, a sustentabilidade da microbacia e a resiliência urbana no Semiárido dependem da capacidade de reconhecer os polinizadores como agentes fundamentais de recuperação ecológica. A integração da ciência, das políticas públicas e da ação comunitária (EA), focada na restauração dos habitats para estes insetos, é a via mais eficaz para reverter o ciclo de degradação ambiental, garantindo que o Riacho das Piabas possa, de fato, fornecer serviços ecossistêmicos regulatórios essenciais para a população urbana.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu concluir que a degradação da microbacia do Riacho das Piabas, materializada na perda de 73% de seus serviços ecossistêmicos de regulação, é um fenômeno complexo, resultante de um histórico de urbanização desordenada e da insuficiência de políticas públicas integradas. No entanto, a análise realizada aponta caminhos promissores para a sua revitalização.

Conclui-se que a Educação Ambiental crítica e comunitária emerge não apenas como uma ferramenta de sensibilização, mas como um eixo catalisador capaz de transformar a percepção pública, fomentar a corresponsabilidade e mobilizar a ação coletiva em prol da conservação dos serviços ecossistêmicos. A atuação da ARRPIA demonstra o potencial prático dessa abordagem.

A integração proposta entre EA, instrumentos econômicos (como o PSA) e a valorização de componentes ecológicos específicos, como os polinizadores, constitui um modelo conceitual inovador e aplicável ao contexto do semiárido urbano. Este modelo sugere que a revitalização efetiva depende da superação de abordagens setoriais, demandando estratégias intersetoriais e participativas.

Recomenda-se, para estudos futuros, a aplicação empírica deste modelo, com a realização de pesquisas de campo que possam aferir a percepção ambiental da comunidade e monitorar indicadores ecológicos específicos, como a abundância de polinizadores e a recuperação da mata ciliar. A articulação contínua entre universidade, poder público e sociedade civil é fundamental para transformar o arcabouço conceitual aqui proposto em ações concretas de revitalização para o Riacho das Piabas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. A. de M. *et al.* O pagamento por serviços ambientais (PSA) no contexto da microbacia do Rio Piancó-Piranhas-Acu no semiárido nordestino. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 119-130, 2023.

ANDRADE, D. M. *et al.* Pagamentos por serviços ambientais e desafios de implementação no semiárido brasileiro. **Revista de Políticas Ambientais**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 45-63, 2023.
BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 jan. 2021.

COSTANZA, R. *et al.* Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, [S. l.], v. 28, parte A, p. 1-16, 2017.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

FERREIRA, A. V. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos na microbacia do Riacho das Piabas-Campina Grande/PB**. 2018. 226 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

FREITAS, B. M. *et al.* Estratégias de manejo para conservação de polinizadores e aumento da produção agrícola no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Apicultura**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 30-45, jan./jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.

LIMA, R. A. **Louzeiro: a invenção de uma mata, 1960-2013**. 2014. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014. Disponível em: . Acesso em: 10 dez. 2024.

MACEDO, J. R.; GUEDES, A. C. M.; SOUSA, F. S. Caracterização climática do Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 105-118, 2011.

MEDEIROS, A. R. *et al.* Educação ambiental e gestão de microbacias urbanas: o papel da corresponsabilidade na proteção de riachos intermitentes. **Geografia em Questão**, João Pessoa, v. 15, n. 2, p. 88-105, jul./dez. 2022.

MELO, C. L. *et al.* Regeneração natural em áreas de mata ciliar no semiárido: importância dos polinizadores para espécies pioneiras. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 651-665, out./dez. 2020.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONTEIRO, C. A.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2015.

OLIVEIRA, A. M. *et al.* Serviços ecossistêmicos em áreas urbanas do semiárido: desafios e perspectivas. **Sustainability in Debate**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 112-129, 2023.

OLIVEIRA, A. M.; GUEDES, A. C.; COSTA, F. R. Serviços ecossistêmicos de regulação em microbacias urbanas: análises aplicadas ao semiárido brasileiro. **Cadernos de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 92-108, 2022.

OLIVEIRA, S. R. *et al.* Urban sprawl and its effects on insect pollinator communities in tropical dry ecosystems. **Environmental Management Journal**, [S. l.], v. 70, n. 2, p. 301-315, fev. 2022.
PARAÍBA. **Lei nº 10.165, de 14 de janeiro de 2013**. Institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais - PEPSA. **Diário Oficial do Estado**, João Pessoa, 15 jan. 2013.

PEREIRA, E. T. *et al.* Percepção ambiental dos serviços ecossistêmicos e impactos degradantes ao manguezal pela população urbana, Baía Babitonga-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, [S. l.], v. 27, e02824, 2024.

PINTO, E.; GUIMARÃES, A.; MOUTINHO, P. **Pagamento por serviços ambientais no Brasil: recomendações para 2023**. São Paulo: IPAM, 2022.

PINTO, M. H.; GUIMARÃES, V. L.; MOUTINHO, A. C. Polinizadores como bioindicadores em paisagens urbanas fragmentadas: o caso da mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 34, p. 15-28, jan./jun. 2022.

RODRIGUES DE CARVALHO SOUSA, C. *et al.* Educação ambiental no ambiente urbano brasileiro. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 68-88, 2024.

RODRIGUES DE CARVALHO SOUSA, M. S. *et al.* Engajamento comunitário na conservação de abelhas nativas urbanas: resultados da Associação de Revitalização do Riacho das Piabas (ARRPIA). In: CONGRESSO NACIONAL DE ECOLOGIA URBANA, 2024, Recife. **Anais [...]**. Recife: [s. n.], 2024.

SANTOS, E. A. *et al.* Fragmentação de habitats e declínio de polinizadores: desafios para a sustentabilidade de cidades no Nordeste brasileiro. **Ciência & Sustentabilidade**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 112-130, jan./abr. 2021.

SANTOS, M.; LOPES, V.; SANTOS, R. Impactos ambientais em áreas verdes urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 45-60, 2011.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Diagnóstico geoambiental da região do Planalto da Borborema**. Recife: CPRM, 2005.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: diagnóstico do município de Campina Grande, estado da Paraíba**. Organização: J. de C. Mascarenhas *et al.* Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p.

SOUZA, D. F. *et al.* Educação ambiental comunitária e participação social em áreas urbanas degradadas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 55-73, 2024.

SOUZA, V. P. *et al.* Jardins de polinizadores e agricultura urbana: estratégia para resiliência ecológica e segurança alimentar. **Revista de Agricultura Urbana e Permacultura**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 45-60, set./dez. 2024.

TAUK-TORNISIELO, S. M. **Ecologia e serviços ambientais**. São Paulo: Edunesp, 2009.
WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**, [S. l.], v. 117, p. 234-243, 2015.