

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

Analysis of land use and occupation in permanent preservation areas in the municipality of Patos in Paraíba

Análisis del uso y la ocupación del suelo en las áreas de preservación permanente del municipio de Patos, en el estado de Paraíba



Vinicius da Silva Vieira 

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

E-mail: eng.viniciussilvavv@gmail.com

Denize Monteiro dos Anjos 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

E-mail: denize.anjos@ifpb.edu.br

José Henrique Maciel de Queiroz 

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

E-mail: henriq3.hh@gmail.com

Milena Oliveira Nery de Barros 

Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

E-mail: milenaneryb@hotmail.com

RESUMO

Este estudo visou identificar os possíveis impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada em Áreas de Preservação Permanente (APPs) do município de Patos/PB. Mais especificamente, foram analisadas as APPs de três cursos d'água, o Riacho da Cruz, o Rio Espinharas e um derivado do Rio Espinharas no bairro Belo Horizonte. A delimitação das APPs foi realizada com o software QGIS e o complemento Google Hybrid, gerando buffers conforme os limites estabelecidos na Lei Municipal nº 3.486/2006. A análise temporal revelou uma significativa diminuição das áreas verdes (de 37,22% para 8,70%) e um aumento nas edificadas (de 6,46% para 33,06%). As análises *in loco* revelaram a presença de áreas edificadas dentro das APPs, em desacordo com as legislações vigentes. Os principais impactos ambientais identificados incluem a supressão da vegetação, impermeabilização do solo e o descarte de resíduos sólidos e efluentes inadequados, afetando negativamente a biodiversidade e a qualidade de vida local. Recomenda-se o monitoramento e aplicação de recuperação de áreas degradadas, aliada a projetos adequados de esgoto e drenagem para mitigar os impactos do descontrole ocupacional das áreas.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Conflitos Ambientais; Sensoriamento remoto.

Histórico do artigo

Recebido: 18 junho, 2024

Aceito: 11 novembro, 2024

Publicado: 03 fevereiro, 2025

<https://doi.org/10.33237/2236-255X.2025.6294>



ABSTRACT

The aim of this study was to identify the possible environmental impacts of the disorderly use and occupation of Permanent Preservation Areas (PPAs) in the municipality of Patos/PB. More specifically, the APPs of three watercourses were analyzed: the Riacho da Cruz, the Rio Espinharas and a derivative of the Rio Espinharas in the Belo Horizonte district. The APPs were delimited using QGIS software and the Google Hybrid add-on, generating buffers according to the limits established in Municipal Law No. 3,486/2006. The temporal analysis revealed a significant decrease in green areas (from 37.22% to 8.70%) and an increase in built-up areas (from 6.46% to 33.06%). On-site analysis revealed the presence of built-up areas within the APPs, in disagreement with current legislation. The main environmental impacts identified include the suppression of vegetation, soil sealing and the improper disposal of solid waste and effluents, negatively affecting biodiversity and local quality of life. It is recommended that the recovery of degraded areas be monitored and implemented, together with appropriate sewage and drainage projects to mitigate the impacts of the lack of occupational control in the areas.

Keywords: Water resources; Environmental conflicts; Remote sensing.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar los posibles impactos ambientales del uso y ocupación desordenada de las Áreas de Preservación Permanente (APPs) en el municipio de Patos/PB. En concreto, se analizaron las APPs de tres cursos de agua: el Riacho da Cruz, el Río Espinharas y un derivado del Río Espinharas en el barrio de Belo Horizonte. Las APPs fueron delimitadas utilizando el software QGIS y el complemento Google Hybrid, generando buffers de acuerdo con los límites establecidos en la Ley Municipal nº 3.486/2006. El análisis temporal reveló una disminución significativa de las zonas verdes (del 37,22% al 8,70%) y un aumento de las zonas edificadas (del 6,46% al 33,06%). Los análisis in situ revelaron la presencia de zonas edificadas dentro de los APP, en desacuerdo con la legislación vigente. Los principales impactos ambientales identificados incluyen la supresión de la vegetación, el sellado del suelo y el vertido inadecuado de residuos sólidos y efluentes, afectando negativamente a la biodiversidad y a la calidad de vida local. Se recomienda el seguimiento y la implementación de la recuperación de las áreas degradadas, junto con proyectos adecuados de alcantarillado y drenaje para mitigar los impactos de la falta de control ocupacional en las áreas.

Palabras clave: Recursos hídricos; Conflictos medioambientales; Teledetección.

1 INTRODUÇÃO

A formação e evolução das áreas urbanas são reflexos diretos da necessidade intrínseca ao ser humano de se conectar, interagir e se organizar em prol do bem-estar coletivo (Bispo; Levino, 2011). No entanto, o crescimento acelerado das cidades brasileiras resultou em uma série de problemas estruturais, como a inadequação dos sistemas de transporte, a escassez de saneamento básico, a deficiência no fornecimento de água e energia elétrica, assim como a falta de infraestrutura para lidar com eventos climáticos extremos (Honda *et al.*, 2015). Estes problemas foram impulsionados com o processo de



êxodo rural e conseqüentemente ao decorrer da industrialização das cidades, acarretando em um processo de organização espacial desordenado (Santos, 2021).

A falta de preparação das cidades para esse crescimento populacional repentino contribuiu para uma distribuição desigual de recursos. Mesmo nos dias atuais, persistem problemas infraestruturais não resolvidos, como a demanda por moradia, emprego e serviços públicos, agravando a desigualdade nas condições de vida (Sousa, 2018). Essa disparidade se reflete também na esfera ambiental, onde populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica frequentemente se estabelecem em áreas mais expostas a riscos ambientais, como contaminação do solo, do ar e da água, bem como em áreas de preservação ambiental (APPs) e áreas de risco (Monteiro; Veras, 2017).

A exploração do solo para fins urbanos envolve atividades como a remoção da vegetação natural, a compactação do solo, o desmatamento e a construção de infraestruturas (Fernandes, 2019). Sob essa perspectiva, Castro (2017) explica que a exploração excessiva do solo, consequência significativa da urbanização, é um processo gerador de impactos ambientais negativos, acarretando na alteração da paisagem e do relevo. Ademais, a exploração do solo também contribui para o aumento da temperatura nas áreas urbanas, devido à redução da evapotranspiração e ao acúmulo de calor nas superfícies pavimentadas. Resultando em um fenômeno conhecido como ilha de calor, onde as áreas urbanas apresentam temperaturas mais elevadas em relação às áreas rurais circundantes (Furtado *et al.*, 2020).

Além dos impactos do uso do solo, a urbanização também está intimamente ligada à poluição da água. O descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos (RSU) e efluentes também contribui para a poluição da água. A falta de sistemas de tratamento adequados e a má gestão dos resíduos resultam na contaminação dos recursos hídricos, afetando negativamente a vida aquática e a saúde humana (Brito, 2020).

Para além dos impactos do desenvolvimento urbano, é imprescindível abordar a ocupação de APPs e regiões de risco, considerando sua interação com a vulnerabilidade socioeconômica. O Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), considera as APPs como sendo reservas ecológicas com o propósito fundamental de mitigar os impactos ambientais gerados por atividades humanas e eventos naturais. Essa designação destaca a importância da preservação das margens de rios e nascentes, contribuindo para conter a sedimentação nos corpos d'água, reduzir o escoamento superficial e preservar a biodiversidade.



Ademais, a importância de se preservar as APPs deve-se ao fato que os serviços ambientais prestados à sociedade pelos ecossistemas naturais sejam minimamente mantidos, mesmo diante das alterações promovidas pela ação humana sobre o meio, tais como o abastecimento hídrico, o combate às alterações climáticas em diferentes escalas de abrangência, preservação do patrimônio genético, não só por garantirem a sobrevivência de inúmeras espécies de fauna e flora, mas também funcionando como um corredor ecológico para o fluxo gênico, e ainda a manutenção da fertilidade e estabilidade dos solos e das vertentes (Alves; Medeiros, 2016; Fernandes, 2019; Medeiros *et al.*, 2021).

A Resolução nº 303 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), destaca a importância de cercar nascentes ou olhos d'água, mesmo que intermitentes, com um raio mínimo de cinquenta metros, visando a proteção adequada da respectiva bacia hidrográfica contribuinte. Essa medida tem como objetivo preservar ecossistemas sensíveis e assegurar a integridade dos recursos hídricos, promovendo práticas sustentáveis no contexto urbano e contribuindo para a conservação ambiental.

Apesar da APP ser legalmente protegida, grande parte das regiões em que necessitam ser preservadas sofrem interferências humanas ao longo do tempo, a ocupação irregular dessas áreas, seja para fins habitacionais, agrícolas ou pecuários, intensifica os impactos ambientais ao longo dos cursos d'água, aumentando o risco de poluição dos recursos hídricos e a degradação das matas ciliares (Brito, 2020). Essa dinâmica não apenas compromete a qualidade da água, mas também amplia os desafios enfrentados pelas comunidades vulneráveis, destacando a importância de estratégias de planejamento e gestão que levem em consideração essas complexas interações.

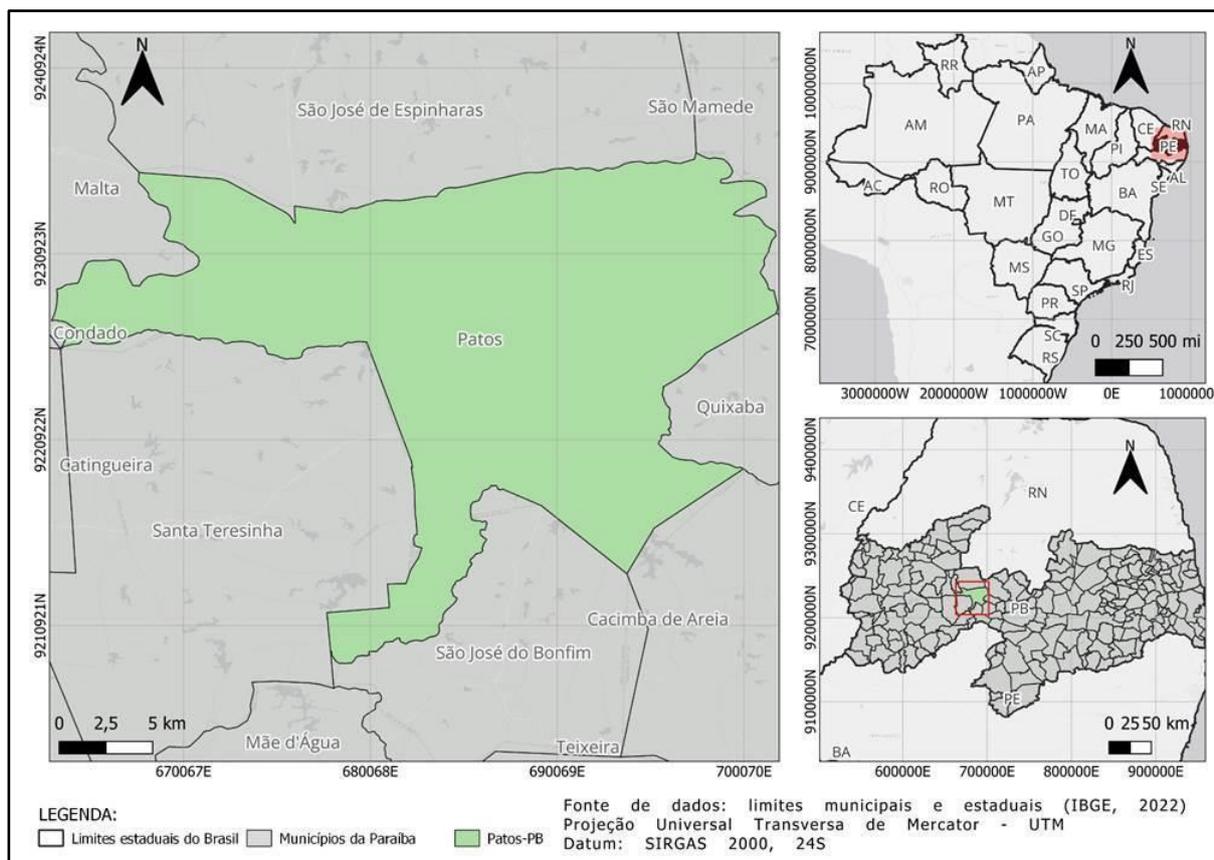
Desta forma o objetivo do estudo é identificar os possíveis impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada em Áreas de Preservação Permanente (APPs) do município de Patos/PB, por meio do mapeamento do uso e ocupação do solo nos anos de 1985 e 2022, da análise dos impactos ambientais negativos existentes, com dados obtidos in loco, e da verificação da conformidade desses padrões com as diretrizes estabelecidas em instrumentos legais de abrangência municipal e nacional.

Espera-se que os resultados gerados contribuam para a geração de dados aplicáveis na gestão da área e forneçam subsídios importantes para as tomadas de decisão, considerando a necessidade urgente de adotar medidas que garantam a preservação dos recursos naturais neste contexto atual.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo em questão foi realizado no município de Patos, região intermediária da Paraíba, localizado no Oeste do estado da Paraíba, conforme observado na Figura 01. O clima patoense é predominante semiárido, vegetação predominante do tipo Caatinga, com variações de temperaturas de 28°C a 35°C anuais, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) (Koeppen, 1996).

Figura 01 – Localização de Patos-PB, Brasil



Fonte: Os autores (2024).

O desenvolvimento urbano de Patos causou impactos ambientais devido ao aumento da impermeabilização causada pela pavimentação ou construções de edificações em áreas que antes eram permeáveis. Além disso, o município é interceptado transversalmente pelo Rio Espinharas, formado pelos Rios da Cruz e Farinha. Esses rios nascem nas encostas da Serra do Teixeira-PB e se juntam no perímetro urbano da cidade de Patos-PB, com o crescimento urbano local eminente, as populações passaram a desflorestar cada vez mais a mata ciliar e a degradar as nascentes que compõem as APPs dos cursos d'água que emergem no município, causando sérios problemas ambientais.

Quanto aos instrumentos de ordenamento territorial, na cidade de Patos, está em vigor a Lei N° 3.503, de 06 de outubro de 2006, que estabelece o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município. Conforme o Art. 17 da referida lei, o Plano Diretor tem com o objetivo principal a função de restringir aglomerados populacionais a se instalarem em APP, insalubres e perigosas ou destinadas à expansão econômica, industrial, turísticas e afins. Essa medida visa garantir a preservação dessas áreas por meio de monitoramento, vigilância e comunicação com as associações de moradores dos bairros e das regiões ribeirinhas.

Ainda tratando-se dos instrumentos de ordenamento territorial municipais, na cidade de Patos, existe o Conselho Municipal do Meio Ambiente (CMMA), que define APPs como porções do território municipal, públicas ou privadas, destinadas à preservação de suas características ambientais e ecossistêmicas relevantes, conforme estabelecido na Lei Municipal nº 3.486, de 09 de maio de 2006. Entre as atribuições do CMMA, delineadas no Art. 18, parágrafo I, indicam a delimitação de zonas ambientais legalmente protegidas no município, abrangendo a Caatinga, matas ciliares, morros, montes, elevações rochosas (Inselbergs) e a vegetação rupestre, considerando a suscetibilidade do meio a riscos elevados. Adicionalmente, de acordo com o Art. 21, as zonas de preservação permanente são definidas, especificando em seus parágrafos I e II as áreas de floresta, matas ciliares e faixas de proteção das águas superficiais, mananciais e nascentes.

Essas medidas têm como objetivo garantir a conservação e o uso sustentável dessas áreas, evitando ocupações que possam comprometer a integridade dos ecossistemas e causar impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, busca-se conciliar o desenvolvimento urbano com a proteção dos recursos naturais, promovendo a preservação dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades envolvidas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo realizou uma análise abrangente do uso e ocupação do solo em APPs dos cursos d'água inseridos no perímetro urbano do município de Patos, empregando procedimentos metodológicos, incluindo levantamento cartográfico, aquisição de imagens de satélite e visitas de campo. Inicialmente, foi realizado um levantamento cartográfico para a delimitação do perímetro urbano, a fim de facilitar a amostragem da área de estudo. Para isso, foram utilizados o software QGIS 3.28.9, e a base de dados do IBGE (2022). Para a



delimitação do espaço urbano municipal, os dados foram manipulados e projetados para o sistema de coordenadas UTM e Datum Sirgas 2000.

Em seguida foi realizada a delimitação da amostra de estudo, a metodologia empregada envolveu inicialmente o levantamento e mapeamento dos cursos d'água que interceptam a área urbana de Patos. Posteriormente, foram identificados os cursos d'água que melhor representam a rede hidrográfica urbana, considerando critérios como extensão, relevância para a comunidade local e potencial impacto ambiental. Desta forma, a delimitação da amostra de estudo se deu por meio do método de amostragem não probabilística intencional, onde os cursos d'água foram escolhidos deliberadamente para fazer parte da amostra, uma vez que foram considerados apenas aqueles que interceptam o perímetro urbano da cidade de Patos. A identificação dos pontos de coleta escolhidos é apresentada no Quadro 01.

Quadro 01 – Pontos de coletas selecionados

Curso d'água	Localização dos pontos de coleta	Identificação dos pontos de coleta
Derivado do rio Espinharas	Belo Horizonte	01
	Belo Horizonte	02
Riacho da Cruz	Bairro Monte Castelo	03
Rio Espinharas	Avenida lagoa dos patos	04
	Jardim Santa Tereza	05
	Bairro São Sebastião	06

Fonte: Os autores (2024).

A escolha dos pontos de coleta foi baseada na relevância desses cursos d'água para o contexto urbano da cidade, levando em conta sua proximidade com áreas habitadas e sua importância para a drenagem urbana. Foram realizadas visitas de campo nos pontos de coleta para validar as informações obtidas nas imagens de satélite, permitindo uma compreensão mais aprofundada das características das APPs, documentadas com registros fotográficos e anotações. A seleção dos cursos d'água a serem analisados considerou critérios como representatividade, acessibilidade e relevância para a pesquisa, privilegiando aqueles inseridos em áreas de alto adensamento de edificações.

A delimitação das APPs, foi realizada mediante a utilização do complemento Google Hybrid do software QGIS, foi possível representar espacialmente a localização dos cursos d'água, por meio da geração manual de shapefiles, por fim foram criados buffers a partir dos valores descritos no Art. 21 paragrafo I do CMMA, onde são definidas as zonas de preservação permanente, conforme apresenta a Tabela 01.

Tabela 01 – Classes e dimensões das APPs de acordo a Lei municipal nº3.486

Largura da margem	Área de preservação
≤ 10m	30m
entre 10m a 50m	50m
entre 50 a 200m	100m
entre 200m e 600m	200m
≥ 600m	500m

Fonte: Lei Municipal nº 3.486 (2006).

Em um segundo momento, foi produzido um mapa de uso e cobertura do solo, para sua elaboração foram utilizadas imagens do satélite Landsat-5/TM referente ao ano 1985, e imagens do satélite Landsat-8/OLI-TIRS correspondente ao ano de 2022, ambas disponíveis na plataforma do Google Earth Engine, a qual realiza o processamento espacial e possibilita o mapeamento das transformações sobre os fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. A classificação foi realizada a partir da aplicação do algoritmo classificador Random Forest, o qual possibilita a partir de uma árvore de decisão realizar uma classificação por meios estatísticos e mapear as características da área a partir de uma análise qualitativa e quantitativa da dinâmica do uso e cobertura do solo (Gorelick *et al.*, 2017).

Os resultados foram comparados ao plano diretor para avaliar a eficácia das políticas na redução dos impactos ambientais detectados, levando a uma análise da adequação e aplicação dos instrumentos legais em Patos. Esse procedimento também evidenciou possíveis lacunas, sendo sugeridos ajustes para uma gestão do uso do solo mais sustentável no município.



4 RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados e discussões oriundos das análises realizadas sobre os impactos ambientais decorrentes da expansão urbana nas APPs em Patos-PB. Esses resultados foram obtidos por meio da avaliação das mudanças nos padrões de uso do solo e dos impactos ambientais nas APPs dos cursos d'água selecionados, conforme descrito no tópico anterior (Procedimentos metodológicos). A análise inclui a interpretação dos dados relativos à ocupação do solo próximo aos cursos d'água, além de discutir as implicações desses resultados, oferecendo uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados devido à ocupação irregular das APPs e das consequências para a sustentabilidade ambiental do município.

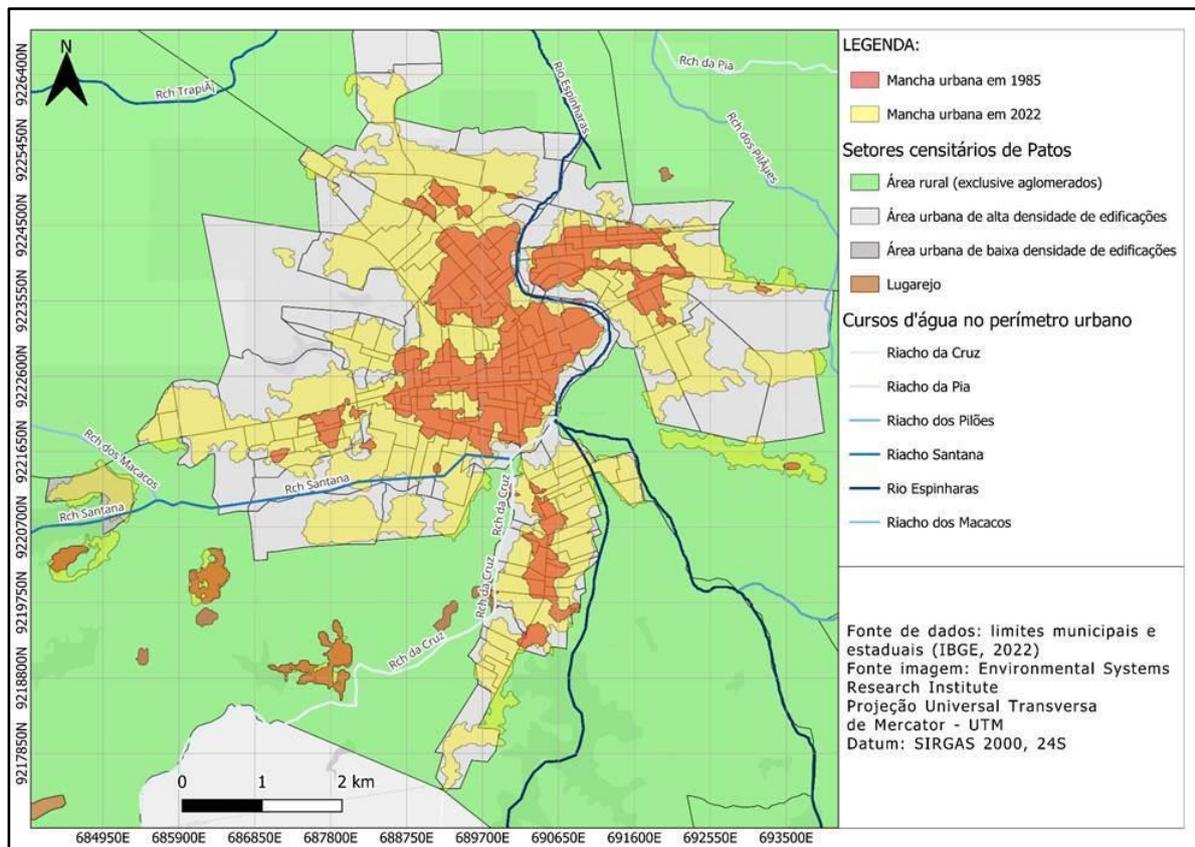
4.1 Expansão da malha urbana

A estruturação urbana influenciada pela colonização ibérica é evidente na configuração da cidade de Patos-PB, especialmente na ocupação de áreas contíguas aos recursos hídricos, como destacado por Alves e Medeiros (2016). A Figura 02 apresenta uma comparação visual da expansão da mancha urbana próxima aos cursos d'água ao longo de um intervalo de tempo significativo, abrangendo desde 1985 até 2022. Essa análise revela não apenas a magnitude, mas também a direção do crescimento urbano em relação aos corpos d'água, indicando uma tendência de ocupação contínua e intensiva dessas áreas ao longo das décadas.

A Figura 02 apresenta o cenário do uso e ocupação do solo do município de Patos, para os anos de 1985 (em vermelho) e 2022 (em amarelo). Percebe-se que à medida com que a cidade se desenvolveu, a população se instalou cada vez mais próxima dos cursos de água existentes no município, inclusive construindo assentamentos e empreendimentos imobiliários em áreas de várzea.



Figura 02 – Comparação da mancha urbana do município de Patos-PB



Fonte: Os autores (2024).

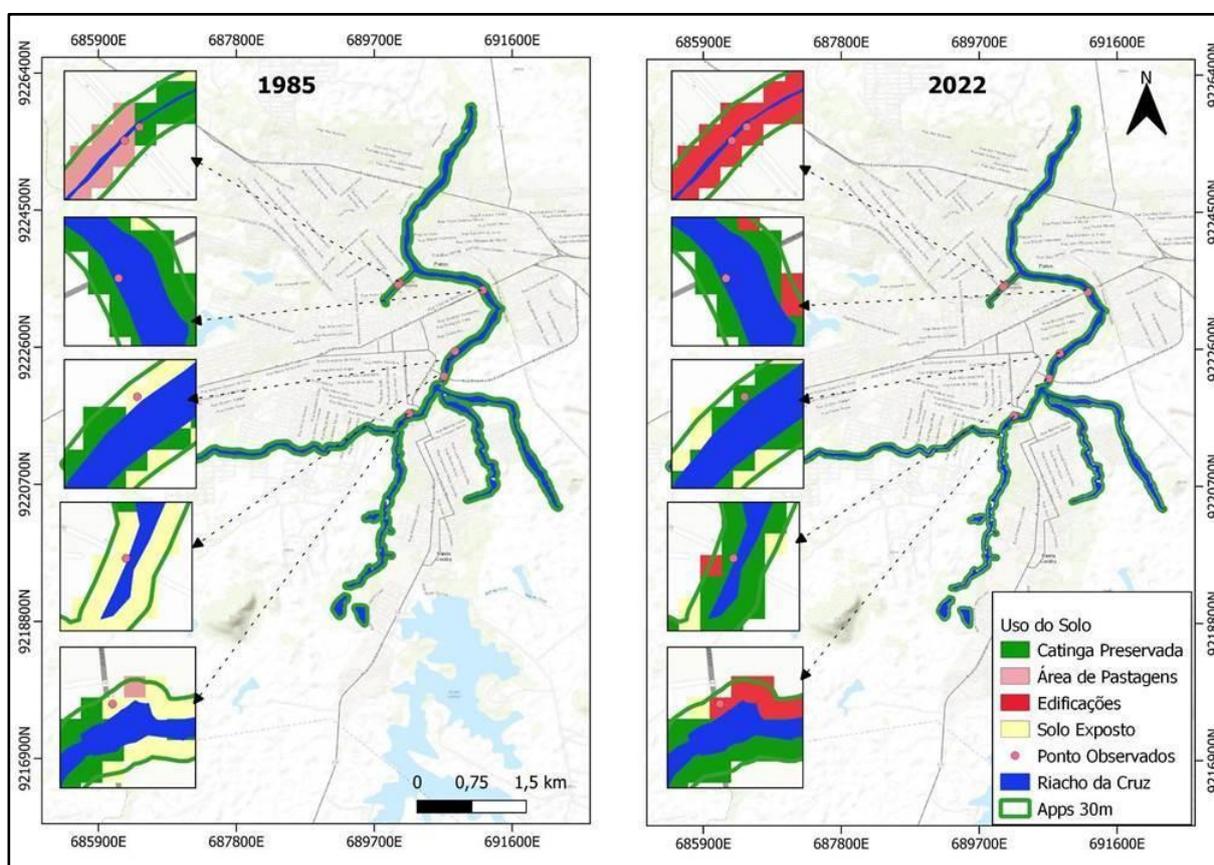
Apesar dos benefícios naturais proporcionados pela proximidade dos cursos d'água, como acesso à água e solo fértil, a ocupação desordenada dessas áreas resulta em uma série de desafios ambientais e sociais, como o aumento da exposição a riscos de inundações, a contaminação e degradação dos cursos d'água e a perda de biodiversidade. No estudo de Alves e Medeiros (2016) sobre os impactos ambientais e a delimitação da área de preservação permanente do Rio Espinharas no trecho urbano de Patos-PB, foram identificados diversos problemas ambientais no Rio Espinharas, com a extinção da mata ciliar destacando-se como um dos problemas mais críticos em rios urbanos. Conforme os autores, a remoção da cobertura vegetal tende a tornar o rio cada vez mais raso, intensificando as inundações nas áreas próximas e causando prejuízos à população de Patos.

Além disso, Silva *et al.* (2023) também identificaram atividades ilegais na APP do Rio Espinharas em seu estudo sobre medidas de recuperação de APPs e sua implementação na malha urbana. De acordo com os autores, há um número considerável de edifícios nas margens do rio, desta forma, evidencia-se uma flexibilização na

administração pública, permitindo construções dentro das APPs, desconsiderando as exigências do Código Florestal e não adotando estratégias de conservação para as áreas ocupadas, o que afeta diretamente o ecossistema do rio.

Nesse contexto, a delimitação das APPs dos cursos d'água em estudo permite avaliar não somente a extensão da proteção ambiental legalmente garantida, mas também permite uma análise mais aprofundada sobre a interação do crescimento urbano e os recursos hídricos. Sob essa conjuntura, foi realizada a comparação do uso e ocupação do solo nas APPs do município de Patos-PB entre os anos de 1985 e 2022, oferecendo uma visualização concreta das mudanças ao longo do tempo, conforme apresenta a Figura 03.

Figura 03 – Comparação do uso e ocupação do solo nas APPs



Fonte: Os autores (2024).

Analisando os mapas apresentados na Figura 03, evidencia-se a evolução das APPs dos pontos selecionados neste estudo ao longo do período de 37 anos. O mapa à esquerda demonstra os padrões de uso do solo nas APPs selecionadas para o ano de 1985, enquanto o mapa à direita representa o mesmo para o ano de 2022. O uso do solo foi categorizado em vegetação preservada, áreas de pastagem, edificações, solo exposto

e cursos de água. A partir da análise visual é possível identificar mudanças nos padrões de uso do solo, como a transformação de áreas de solo exposto e de caatinga preservada em áreas de edificações. Essas mudanças refletem diretamente os desafios mencionados anteriormente em relação aos impactos ambientais, como inundações, associados à ocupação irregular das APPs.

Desta forma, após a obtenção e análise dos dados apresentados na Figura 03, foram analisados os valores das áreas de Vegetação/Agricultura e Edificações, por meio do software QGIS, a fim de compreender a tendência de supressão da vegetação e aumento da impermeabilização do solo, conforme apresenta a Tabela 02.

Tabela 02 – Uso do solo para os anos de 1985 e 2022

Usos do solo em APPS	1985 (Área em %)	2022 (Área em %)
Vegetação/Agricultura	37,22	8,70
Edificações	6,46	33,06

Fonte: Os autores (2024).

A partir da análise dos dados apresentados na Tabela 02, observa-se a predominância de vegetação e agricultura no ano de 1985, representando 37,22% das APPs, enquanto as edificações ocupavam apenas 6,46% dessas áreas. Esses números indicam uma ocupação inicialmente mais equilibrada, com uma parcela considerável de vegetação preservada e atividades agrícolas. No entanto, os dados do ano de 2022 evidenciam uma transformação drástica ao longo dos anos. A vegetação e agricultura nas APPs reduziram-se significativamente, representando apenas 8,70% da área, enquanto as edificações aumentaram para 33,06%.

Desta forma, é possível concluir que para o ano de 2022 o valor obtido para as áreas de solo impermeabilizado foi cerca de 5 vezes maior que em 1985, a comparação das áreas de vegetação/agricultura para o mesmo intervalo de tempo, seguiu uma tendência semelhante, devido ao aumento de áreas impermeabilizadas, o valor obtido para as áreas de solo exposto foi cerca de 5 vezes menor em 2022, quando comparado ao valor obtido para o ano de 1985. Esses resultados são comparáveis às análises de Medeiros (2019), em seu estudo sobre o diagnóstico de impactos ambientais na APP no trecho urbano do rio Piancó em Pombal - PB, foi evidenciado uma disparidade significativa entre a área de solo exposto e os fragmentos de mata ciliar da cobertura original. O autor afirma



que, devido a essa mudança, o solo se torna vulnerável aos efeitos dos agentes naturais (chuvas, raios solares, ventos, entre outros) e às ações antrópicas, que são provavelmente as principais causas do processo de degradação ambiental da APP, tornando-o mais suscetível a processos erosivos. Além disso, o solo apresenta sinais de revolvimento e compactação.

Sob essa perspectiva, a mudança encontrada na análise temporal reflete uma intensificação do processo de urbanização e ocupação do solo, com uma crescente conversão de áreas naturais em espaços urbanizados, o que contribui para a redução da biodiversidade e aumenta a vulnerabilidade a eventos como inundações.

Portanto, a comparação entre os usos em APPs nos dois períodos evidencia claramente a expansão urbana desordenada e a pressão exercida sobre as áreas de preservação, reforçando a necessidade de políticas e ações que promovam o ordenamento territorial e a conservação ambiental para garantir a sustentabilidade das áreas urbanas e a proteção dos recursos hídricos. Tendo em vista que a remoção da vegetação nas áreas de mata ciliar é um dos principais fatores que contribuem para a degradação ambiental, representando um estágio preocupante para a estabilidade dos ecossistemas, conforme destacado por Speth *et al.* (2020).

4.2 Análise dos impactos ambientais encontrados nas APPs em estudo

Ao longo das últimas décadas, as rápidas modificações na paisagem têm desencadeado uma série de alterações e destruição nos ambientes naturais. Essas mudanças sem planejamento têm levado à fragmentação dos espaços naturais, causando isolamento de habitats e prejudicando a biodiversidade de fauna e flora (Maciel; Barbosa, 2015). Nesse contexto, foram analisadas as transformações ambientais nos pontos de coleta apresentados na Tabela 01 do tópico 3 (procedimentos metodológicos).

Para os pontos de coleta designados como pontos 01 e 02 localizados no bairro Belo Horizonte, nas ruas Antônio Firmino de Macedo e Horácio Nóbrega, respectivamente, notou-se uma derivação do Rio Espinharas, apresentando uma configuração mista: uma parte canalizada, conforme observado na Figura 04 (a), e outra parte preservada em seu estado mais natural, como representado na Figura 04 (b).

Figura 04 – Pontos de coleta: a) R. Antônio F. de Macedo e b) R. Horácio Nóbrega



Fonte: Os autores (2024).

Ao analisar a Figura 04, fica evidente a ausência de áreas preservadas ao redor dos pontos de coleta. Nas Figuras 04 (a) e 04 (b), observa-se a presença de edificações dentro das APPs e a disposição inadequada de efluentes nos canais de drenagem. Essa situação resulta na contaminação dos recursos hídricos, o que afeta negativamente a vida aquática e a saúde humana (Brito, 2020).

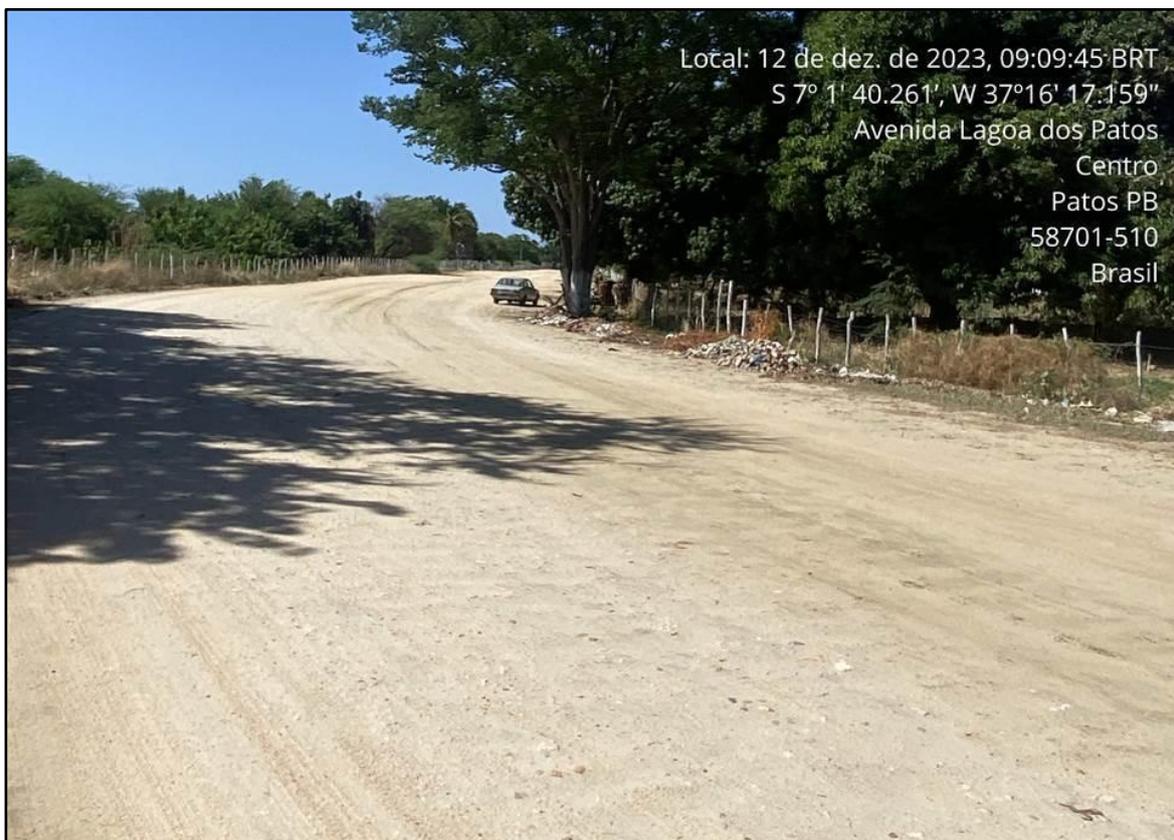
Além disso, identificou-se a presença de vegetação obstruindo as bordas dos canais e modificações nas características do solo. A substituição das características naturais da paisagem por condições impermeáveis reduz a permeabilidade do solo, aumentando o escoamento superficial e o volume de água no sistema de drenagem (Tucci, 1993). Desta forma, a configuração encontrada nos pontos de coleta representa riscos tanto à saúde da população quanto às infraestruturas próximas.

Os impactos encontrados corroboram com análises recentes realizadas em APPs de cursos d'água urbanos (Alves; Medeiros, 2016; Medeiros, 2019; Silva, 2022). A presença de RSU, bem como o despejo de efluentes em cursos d'água, são problemas recorrentes que contribuem significativamente para o processo de eutrofização, devido à alta carga de matéria orgânica e nutrientes presentes nesses efluentes (Alves; Medeiros, 2016). Esses fatores não apenas deterioram a qualidade da água, mas também alteram os padrões de potabilidade, podendo torná-la imprópria para o consumo humano e prejudicando os

ecossistemas aquáticos.

No ponto de coleta 04, evidenciado na Figura 05, foi identificado uma impermeabilização excessiva do solo, devido à pavimentação da Avenida Lagoa dos Patos. Esta obra, destinada a melhorar o fluxo de tráfego da zona sul para o bairro Brasília, encontra-se em andamento ao longo das margens do Rio Espinharas. A avenida, com aproximadamente 600 metros de extensão em mão dupla, inclui ciclofaixas, áreas de estacionamento e calçadas (Patos Online, 2023).

Figura 05 – Ponto de coleta 04



Fonte: Os autores (2024).

Apesar dos benefícios esperados em termos de mobilidade urbana, é importante ressaltar que a construção de obras de pavimentação pode acarretar em impactos ambientais adversos, especialmente quando realizada em uma APP. A impermeabilização excessiva do solo contribui para o aumento da temperatura nas áreas urbanas, devido à redução da evapotranspiração e ao acúmulo de calor nas superfícies pavimentadas (Furtado *et al.*, 2020). Essas mudanças ambientais afetam diretamente a biodiversidade local, agravando a destruição e fragmentação de habitats naturais, resultando na perda de

espécies e na redução da qualidade de vida da fauna e flora.

Além disso, a compactação e impermeabilização do solo aumentam significativamente o escoamento superficial, reduzindo a capacidade de infiltração do solo e desequilibrando o balanço hídrico da bacia. Este fenômeno, descrito por Tucci (2008), pode causar desastres ambientais como enchentes e alagamentos. Outra consequência significativa da urbanização, é a exploração excessiva do solo, que, além de gerar impactos ambientais negativos, conforme mencionado anteriormente, também está vinculada à modificação da paisagem e do relevo (Castro, 2017). As Figuras 06 (a), 06 (b) e 06 (c), que correspondem aos Pontos de Coleta 03, 05 e 06, respectivamente, situados nos bairros Monte Castelo, Jardim Santa Tereza e São Sebastião, destacam a transformação das paisagens devido aos padrões de vida da população local. Isso se reflete em um elevado índice de descarte inadequado de resíduos.

Figura 06 – Descarte de RSU: a) Ponto de coleta 03; b) Ponto de coleta 05 e c) Ponto de coleta 06



Fonte: Os autores (2024).

A prática indiscriminada de disposição de lixo, frequentemente ligada à ausência de políticas eficazes de gestão de RSU, demonstra ter impactos significativos no ambiente



urbano, como evidenciado nas Figuras 06 (a), 06 (b) e 06 (c). A contaminação do solo por substâncias tóxicas presentes nos resíduos, pode comprometer sua fertilidade e capacidade de sustentar a vegetação, afetando diretamente a biodiversidade local e reduzindo a qualidade dos ecossistemas urbanos.

Esses achados corroboram com o estudo de Medeiros *et al.* (2021), que aborda os desafios enfrentados no gerenciamento de RSU no município de Patos-PB. De acordo com os autores, apesar de toda a população urbana dispor do serviço de coleta de resíduos urbanos porta-a-porta, foi constatado a prática do descarte de resíduos em terrenos baldios, no canal de drenagem e nas margens de Rio Espinharas, onde foi perceptível a falta de sensibilidade ambiental por parte da população. Desta forma, percebe-se a necessidade de intervenção do poder público para implementar medidas mitigadoras corretivas, em conformidade com as legislações vigentes, visando garantir uma qualidade de vida satisfatória para a população e a preservação do meio ambiente.

Sob essa conjuntura, pode-se afirmar que as intervenções antrópicas intensificam o processo de degradação das nascentes, especialmente pela ocupação inadequada de áreas de recarga. Nesse contexto, destacam-se as atividades agropecuárias, o uso impróprio da terra, a erosão do solo e a eliminação da vegetação nativa em APPs. Além disso, a construção de residências contribui para esse cenário, com o despejo sem tratamento de efluentes domésticos e a disposição não controlada de dejetos animais e, especialmente, de resíduos sólidos (Copetti *et al.*, 2022). Desta forma, ainda no ponto de coleta 06, localizado no bairro Monte Castelo e representado na Figura 07 (a), observou-se a presença de atividades pecuárias dentro da faixa de preservação do Riacho da Cruz. Além disso, é evidente a invasão dessa área protegida, conforme evidenciado na Figura 07 (b).

A degradação dessas áreas naturais compromete a estabilidade do solo, aumentando o risco de erosão e assoreamento dos corpos d'água. Isso reduz a capacidade dessas áreas em fornecer serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do fluxo hídrico e a proteção da biodiversidade. Além disso, a presença de atividades pecuárias pode levar à contaminação dos recursos hídricos com dejetos animais e produtos químicos utilizados na agropecuária.

Figura 07 – Invasões em APPs do Riacho da Cruz: a) Edificação e b) Pecuária

Fonte: Os autores (2024).

A pecuária é uma atividade conhecida por causar impactos negativos ao meio ambiente, sendo o solo o recurso mais diretamente afetado. Contudo, outros recursos, como a água e a vegetação, também são impactados, alguns desses impactos são inevitáveis devido à natureza da atividade realizada no local. No entanto, outros, como a supressão da vegetação, podem ser minimizados por meio da implementação de métodos de recuperação de áreas degradadas (Resende *et al.*, 2011). Além disso, a invasão por edificações resulta na fragmentação e destruição do habitat natural, o que acarreta na perda de biodiversidade e na redução da conectividade entre os ecossistemas.

Por fim, para facilitar a compreensão dos impactos ambientais, foi elaborado o Quadro 02, que consiste na identificação dos aspectos e impactos ambientais na área de estudo. Essa análise está associada às atividades ao redor das APPs selecionadas e foi realizada com base nos dados e informações obtidas anteriormente por meio de mapas, visitas de campo e fotografias.

Quadro 02 – Identificação e análise de impactos ambientais encontrados.

Atividade	Bairro	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Prática de atividades pecuárias dentro da faixa de APP do Riacho da Cruz.	Monte castelo.	Contaminação dos cursos d'água por resíduos orgânicos (fezes e urina dos animais); Erosão do solo; Destruição da vegetação ripária; Eutrofização	Deterioração da qualidade da água; Riscos à saúde humana; Degradação da qualidade do solo; Perda de habitat e biodiversidade.
Ocupação de APPs.	Belo Horizonte, Monte Castelo, Avenida Lagoa dos Patos, Jardim Santa Tereza e São Sebastião.	Redução da capacidade de filtragem natural da água; Diminuição da proteção contra enchentes; Alteração de paisagens naturais e relevo; Impermeabilização excessiva do solo; Remoção da cobertura vegetal/superficial do solo; Drenagem deficiente; Desmatamento.	Degradação da qualidade do solo; Diminuição da biodiversidade, perda de habitat; Riscos à saúde humana; Mortandade de organismos aquáticos e comprometimento dos ecossistemas aquáticos; Redução da infiltração de água e recarga de aquíferos; Aumento do risco de enchentes e inundações; Contaminação dos cursos d'água.
Disposição inadequada de efluentes dentro dos canais de drenagem urbana.	Belo Horizonte e Monte Castelo.	Contaminação da água; Diminuição da qualidade da água; Infiltração de contaminantes no solo e águas subterrâneas; Prejuízo à biodiversidade; Odor e impacto visual; Infiltração de poluentes no solo.	Riscos à saúde humana; Mortandade de organismos aquáticos e comprometimento dos ecossistemas aquáticos; Emissão de odores desagradáveis; Proliferação de vetores que transmitem doenças; Eutrofização; Contaminação do solo.
Descarte	Monte Castelo,	Infiltração de	Impacto estético e



<p>inadequado de resíduos sólidos.</p>	<p>Jardim Santa Tereza e São Sebastião.</p>	<p>contaminantes no solo e águas subterrâneas; Poluição visual e mau cheiro; Proliferação de vetores de doenças; Implicação na fauna local que pode ingerir ou se enredar nos resíduos.</p>	<p>modificação de paisagens naturais; Emissão de odores desagradáveis; Riscos de morte da fauna e desequilíbrio dos ecossistemas locais; Risco de incêndios em áreas com resíduos inflamáveis; Proliferação de vetores que transmitem doenças; Riscos à saúde humana.</p>
<p>Desenvolvimento urbano em áreas próximas aos canais de drenagem.</p>	<p>Belo Horizonte.</p>	<p>Remoção da cobertura vegetal/superficial do solo; Impermeabilização excessiva do solo; Alteração da paisagem e relevo.</p>	<p>Diminuição da biodiversidade e perda de habitat; Redução da infiltração de água e recarga de aquíferos; Aumento do risco de enchentes e inundações; Degradação da qualidade da água e ecossistemas aquáticos; Impacto estético e modificação de paisagens naturais.</p>
<p>Pavimentação da Avenida Lagoa dos Patos inserida dentro de uma APP.</p>	<p>Avenida Lagoa dos Patos.</p>	<p>Desmatamento; Remoção da cobertura vegetal/superficial do solo; Impermeabilização excessiva do solo; Alteração da paisagem e relevo.</p>	<p>Degradação da qualidade do solo; Diminuição da biodiversidade e perda de habitat; Redução da infiltração de água e recarga de aquíferos; Aumento do risco de enchentes e inundações; Impacto estético e modificação de paisagens naturais; Ilhas de calor, desconforto e estresse.</p>

Fonte: Os autores (2024).

As atividades apresentadas no Quadro 02 comprovam a extensão e a gravidade dos impactos ambientais nas APPs em estudo, evidenciando a imprecisão das leis



ambientais e a ausência de fiscalizações eficazes, contribuindo para a ocupação inadequada dessas áreas. A prática de atividades pecuárias, ocupações irregulares, disposição inadequada de efluentes e descarte de resíduos sólidos ocorrem devido à ausência de fiscalização e conscientização, resultando em degradação ambiental significativa.

Sob essa conjuntura, percebe-se que a ocupação dessas áreas é impulsionada pela demanda por espaço para atividades agrícolas e urbanas, exacerbada pela falta de alternativas viáveis e pelo desconhecimento das consequências ambientais. A insuficiência de políticas de monitoramento contínuo e de estratégias de recuperação de áreas degradadas agrava a situação, destacando a necessidade urgente de revisão e implementação rigorosa das legislações ambientais.

4.3 Conformidade com as legislações ambientais

A análise temporal revela uma transformação significativa nas APPs ao longo dos anos. Evidenciando uma preocupante redução das áreas de vegetação e agricultura, substituídas pela expansão urbana, o que reflete um descumprimento das medidas de preservação ambiental e aponta indiretamente para a intensificação dos conflitos e impactos negativos nas APPs, como assoreamento, contaminação da água e erosão do solo.

A análise in loco, constatou que há áreas com alta densidade de edificações inseridas dentro das APPs. Essa observação suscita preocupações quanto à conformidade com a legislação ambiental vigente. De acordo com a Lei Municipal nº 3.486/2006, verifica-se que os limites mínimos das APPs não estão sendo respeitados de maneira adequada. Embora que esteja consubstanciado nos objetivos do plano diretor em seu Art. 30, inciso XVIII, a restrição da ocupação irregular das margens de rios, barragens e açudes, esta prática é recorrente no município, tendo em vista que a cidade teve seu desenvolvimento territorial em torno dos cursos d'água que deságuam no Rio Espinharas.

Além disso, a notável supressão da vegetação nas APPs contraria o disposto no art. 7º da Lei 12.651/2012 do Código Florestal, que estabelece a obrigação de manutenção da vegetação em áreas de preservação permanente pelos proprietários, possuidores ou ocupantes, sejam eles pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado.

Ademais, a identificação do despejo inadequado de efluentes nos pontos de coleta 01 e 02 contraria as disposições estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Conforme descrito no capítulo IV desta resolução, são estabelecidas condições e padrões para o lançamento de efluentes, os quais só podem ser lançados diretamente ou indiretamente nos corpos de água após passarem pelo devido tratamento. A constatação dessas práticas inadequadas ressalta a urgência de medidas corretivas e a necessidade de maior fiscalização para garantir a proteção ambiental das APPs e a conformidade com a legislação ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de Geotecnologias, aliada a dados de sensoriamento remoto e SIG, facilitou a análise dos conflitos nas APPs nos locais selecionados. Através dos mapas gerados, foi evidenciada uma expansão urbana expressiva ao longo dos anos, especificamente próximo dos corpos d'água. Além disso, observou-se uma redução das áreas de pastagens em diversos pontos, indicando uma transição do meio rural para o urbano. Estes resultados sugerem a existência de problemas nas APPs e apontam para uma possível falta de cumprimento das medidas de preservação ambiental.

A transformação evidenciada nos padrões de uso do solo entre 1985 e 2022 reflete uma redução drástica de vegetação e áreas agrícolas substituídas por edificações, acentuando a necessidade urgente de políticas de ordenamento territorial que priorizem a conservação ambiental e a sustentabilidade urbana. Os impactos ambientais identificados nos pontos analisados revelam uma série de efeitos significativos na biodiversidade local, incluindo a supressão da vegetação nas áreas de várzea, impermeabilização do solo e o descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes, afetando negativamente a biodiversidade e a qualidade de vida local.

As mudanças climáticas, exacerbadas por fenômenos como o El Niño, têm intensificado eventos climáticos extremos, como enchentes e secas, colocando em evidência a importância do planejamento urbano que respeite as leis ambientais. Assim, é crucial que o desenvolvimento urbano considere medidas de preservação ambiental, como a manutenção de áreas de vegetação e a proteção das APPs, para mitigar os impactos dessas mudanças. O planejamento adequado pode reduzir significativamente os riscos para a cidade e sua população, garantindo resiliência contra os efeitos adversos das mudanças climáticas e promovendo uma convivência mais harmoniosa com o meio ambiente.

Dessa forma, para mitigar esses impactos, é fundamental reforçar a implementação e fiscalização das legislações ambientais e promover campanhas de conscientização e educação ambiental para a população, incentivando práticas sustentáveis e a proteção das APPs. Além disso, medidas de compensação e mitigação são fundamentais, incluindo a compensação de danos, reflorestamento, práticas de manejo sustentável, zoneamento e restrição do uso do solo, reassentamento, além de projetos de esgoto e drenagem adequados às necessidades do município.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. B; MEDEIROS, F. S. Impactos ambientais e delimitação da área de preservação permanente do Rio Espinharas no trecho urbano de Patos-PB. **Redes**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 107-130, 9 maio 2016.

BISPO, T. C. Impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada do solo: um estudo da região periférica de Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2011. p. 1-13.

BRASIL, Lei no 12.651 de 25 de Maio de 2012, Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 mai. 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 24 mai. 2024.

BRASIL, **CÓDIGO DE MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DE PATOS E DISPÕE SOBRE O SISTEMA MUNICIPAL DE MEIO**. Lei municipal 3.486/06, de 09 de maio de 2006.

BRITO, L. K. S. **Avaliação do Impacto das Características Geomorfológicas e Padrões de Uso e Ocupação do Solo Urbano no Distrito Federal no Manejo de Águas Pluviais**. 2020. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CASTRO, A. O. C. **Impactos da urbanização nas condições geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio das Pedras — Jacarepaguá — RJ**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 13 maio 2002. p. 68-69.

COPETTI, C. M., *et al.* Impacto ambiental e grau de preservação de nascentes de água em região essencialmente agrícola. **Salão do Conhecimento**, [S.L.], v. 8, n. 8, 2022.

FELIPE, V. (Patos). Patos Online. Governo do Estado publica aviso de licitação para pavimentação da Avenida Lagoa dos Patos, com valor estimado de R\$ 3 milhões. 2023. Disponível em: <https://patosonline.com/noticia/232975/governo-do-estado-publica-aviso-de-licitacao-para-pavimentacao-da-avenida-lagoa-dos-patos-com-valor-estimado-de-r-3-milhoes>. Acesso em: 24 mai. 2024.

FERNANDES, R. S. Impactos ambientais e medidas compensatórias ao uso e ocupação desordenada do solo de um bairro da periferia na cidade de Bacabal - Maranhão. In: MARTINS, B. C. **Planejamento urbano e regional**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 70-83.

FURTADO, L. S. *et al.* Impactos ambientais oriundos do crescimento urbano/demográfico: um estudo no bairro da pedreira, belém/pa. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 11, n. 7, p. 484-500, 10 ago. 2020.

GORELICK, N., *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v.202, p.18-27, 2017.

HONDA, S. C. A. L., *et al.* Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.L.], 7, 62-73, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KOEPPEN, W. Tradução: Corrêa, A.C.B. Sistema Geográfico dos Climas. Notas Comunicado de Geografia – Série B: Textos Didáticos nº 13. Ed. **Universitária – UFPE**, Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, p.31, 1996.

MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Áreas verdes urbanas: história, conceitos e importância ecológica. **CES Revista**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 30-42, 2015.

MEDEIROS, L. G. de *et al.* A análise do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) na cidade de Patos/PB. **Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-12, 30 jun. 2021.

MEDEIROS, J. L. da S. **Diagnóstico de impactos ambientais na área de preservação permanente (APP) no trecho urbano do rio Piancó em Pombal - PB**. 2019. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A. T. R. A questão habitacional no Brasil. **Revista de Geografia da UFC**. Fortaleza, v. 16, n. 7, p. 1-12, 15 jul. 2017.

PATOS, Plano diretor e Desenvolvimento Integrado. **Lei nº 3.503 de 06 de outubro de 2006**. Define o Plano Diretor e Desenvolvimento Integrado do Município de Patos, e dá outras providências. Disponível em: <http://leis.camarapatos.pb.gov.br/files//2006/3.503-2006.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2024.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PATOS. **Lei nº 3486, de 09 de maio de 2006**. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de Patos e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente. Disponível em: <https://c-mara-municipal-do-patos.jusbrasil.com.br/legislacao/242955/lei-3486-06>. Acesso em: 24 mai. 2024.

RESENDE, L. A. de *et al.* Proposta para Recuperação da Área Localizada em Mata Ciliar e Regularização de APP às margens do Córrego Pitanga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., 2011, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - Ibeas, 2011. p. 1-5.

SANTOS, V. J. A. **O direito à moradia digna**: a assistência técnica na construção civil como política pública habitacional no nordeste do Brasil. 2021. 57 f. TCC - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2021.

SILVA, E. M da *et al.* Intervention plan for the protection of APPs: case study of the espinharas river in the city of patos - pb. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 182-195, jun. 2023.

SILVA, Ana Maria Veríssimo da. **Análise macroscópica da qualidade ambiental da app do Açude Jatobá II no município de Princesa Isabel - PB**. 2022. 34 f. TCC (Graduação) - Especialista em Gestão Ambiental de Municípios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2022.

SOUSA, S. C. **Inundações no semiárido da Paraíba**: estudo de caso no município de patos e São João do Rio do Peixe. 2018. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SPETH, G *et al.* Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS). **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 42, p. e13-e13, 2020.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. rev. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1993.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200007>

