

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIO ARAREAU (RONDONÓPOLIS, MATO GROSSO)

Jorge Henrique Assis Costa¹; Simoni Maria Loverde-Oliveira² & Gustavo Medeiros Alves³

Abstract: The occupation of natural landscapes in river basins commonly occurs in a disorderly and unplanned manner. Therefore, planning a landscape is an extremely important action to optimize natural resources. In this sense, the objective of the research was to characterize the environmental vulnerability in Permanent Protection Areas (APP) of the Arareau River sub-basin, belonging to the Upper Paraguay River basin (Mato Grosso). To this end, a database was created via Geographic Information System (GIS), containing vector data of the springs, sub-basin boundaries, APPs, and matrix, with the Landsat 8 satellite image and Google Earth image. The land use of the sub-basin and springs, respectively, was mapped. The results showed that among the 203 Permanent Protection Areas of springs in the Arareau River sub-basin, 61% are undergoing a process of environmental vulnerability resulting from land use, with emphasis on pasture, agriculture and exposed soil; and approximately 39% are following current environmental legislation, maintaining an excellent state of plant conservation. Given the data, the research hopes to contribute to planning, land management and policy perspectives aimed at improving the environmental quality of the sub-basins.

Resumo: A ocupação das paisagens naturais praticadas nas bacias hidrográficas comumente ocorre de maneira desordenada e sem planejamento, portanto, planejar uma paisagem é uma ação de suma importância para otimizar os recursos naturais. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi caracterizar a vulnerabilidade ambiental em Áreas de Proteção Permanente (APP) da sub-bacia do rio Arareau, pertencente a bacia do Alto Rio Paraguai (Mato Grosso). Para tal, foi confeccionado um banco de dados via Sistema de Informação Geográfica (SIG), contendo dados vetoriais das nascentes, limite da sub-bacias, das APPs, e matricial, com a imagem de satélite Landsat 8 e imagem do software Google Earth. Foi realizado o mapeamento do uso da terra da sub-bacia e das nascentes, respectivamente. Os resultados demonstraram que entre as 203 Áreas de Proteção Permanente de nascentes da sub-bacia do Rio Arareau, 61% estão passando por processo de vulnerabilidade ambiental decorrente dos usos da terra, com destaque para a pastagem, agricultura e solo exposto; e cerca de 39% estão adequadas a legislação ambiental vigente mantendo o excelente estado de conservação vegetal. Diante dos dados, a pesquisa espera poder contribuir para o planejamento, gestão do território e perspectiva de políticas visando a melhoria da qualidade ambiental das sub-bacias.

Palavras-Chave – Geoprocessamento, Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica.

1) Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis – MT, jorge.costa@aluno.ufr.edu.br

2) Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis – MT, simoni.loverde@ufr.edu.br

3) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – SP, gustavo.benedito@unesp.br

INTRODUÇÃO

Apesar do bom estado de conservação em comparação com outros grandes ecossistemas de água doce no mundo, a bacia do Alto Rio Paraguai, onde se localiza a sub-bacia do rio Arareau, está mudando rapidamente suas características devido a pecuária que se tornou a atividade econômica mais significativa que se estende do planalto e bordas da bacia. Nas últimas décadas, se intensificaram as práticas agrícolas, relacionada à produção de soja e algodão (Wantzen *et al.*, 2009). Além disso, tem ocorrido avanço das áreas urbanizadas, aqui destaca-se o município de Rondonópolis (MT) localizado na área de estudo desta pesquisa, que tem apresentado avanços rápidos no crescimento demográfico e ocupação territorial. O avanço das atividades antrópicas no planalto da bacia da Bacia do Alto Paraguai vem acarretando problemas e/ou deixando áreas vulneráveis. Quando esses territórios hidrográficos são usados de forma inadequada e executados em locais vulneráveis, os impactos desses usos devem ser considerados, já que podem acarretar problemas de desequilíbrio ambiental.

Sabe-se que as paisagens naturais nas bacias hidrográficas são conhecidas por fornecer serviços ecossistêmicos e, portanto, têm grande potencial para serem usadas como soluções baseadas na natureza para lidar com uma variedade de desafios ambientais, sociais e econômicos de um território (Thorslunda *et al.*, 2017), uma vez que são áreas essenciais na regulação do clima (MILENIUM ECOSYSTEM ASSESSMET, 2005; Langan *et al.*, 2018), na conservação da biodiversidade (Silva e Abdon, 1998; Richards *et al.*, 2018), na produção de alimentos (Alves, 2015; Langan *et al.*, 2018) e nos aspectos socioeconômicos (Keddy *et al.*, 2009).

Os estudos que analisam a vulnerabilidade em território hidrográfico são crescentes em escala mundial (Tooth, 2018; Pal e Talukdar, 2018; Akumu *et al.*, 2018; Oganian *et al.*, 2019), sendo que os estudos no Brasil seguem a mesma tendência, podemos exemplificar com Alves *et al.* (2023) que analisaram a vulnerabilidade das Áreas de Proteção Permanentes (APP) das nascentes da bacia do rio Arareau (região hidrográfica do Alto Paraguai) como ferramenta de diagnóstico ambiental; já Fantin-Cruz *et al.* (2015) avaliaram os efeitos da usina hidrelétrica do Ponte de Pedra no desvio do regime hidrológico do rio Correntes; Pupim *et al.* (2015), avaliaram a influência das taxas de erosão com a evolução da paisagem nas planícies de inundação do rio Alto Paraguai. Cavazzana *et al.* (2018), aplicaram técnica de geoprocessamento de álgebra de mapas para obtenção da vulnerabilidade natural e ambiental das áreas de inundação do rio Paraguai (Mirante, Negro e Taquari). Desse modo, as paisagens nas bacias hidrográficas tanto urbanas quanto rural são constantemente (re)construídas, para o atendimento das necessidades sociais (Mello *et al.*, 2020; Apollo e Souza, 2021) e, por vezes, seu crescimento ocorre sem o devido planejamento (Liberti e Nucci, 2018; Filetti, 2021; Nascimento e Loverde-Oliveira, 2024). Sobretudo porque seus processos vêm impactando as áreas verdes urbanas (Cerqueira *et al.*, 2021; Silvestrim *et al.*, 2021; Dudzic-Gyurkovich, 2021).

Nesse contexto esse estudo tem como objetivo caracterizar a vulnerabilidade ambiental em Áreas de Proteção Permanente (APP) da sub-bacia do rio Arareau pertencente a bacia do Alto Rio Paraguai.

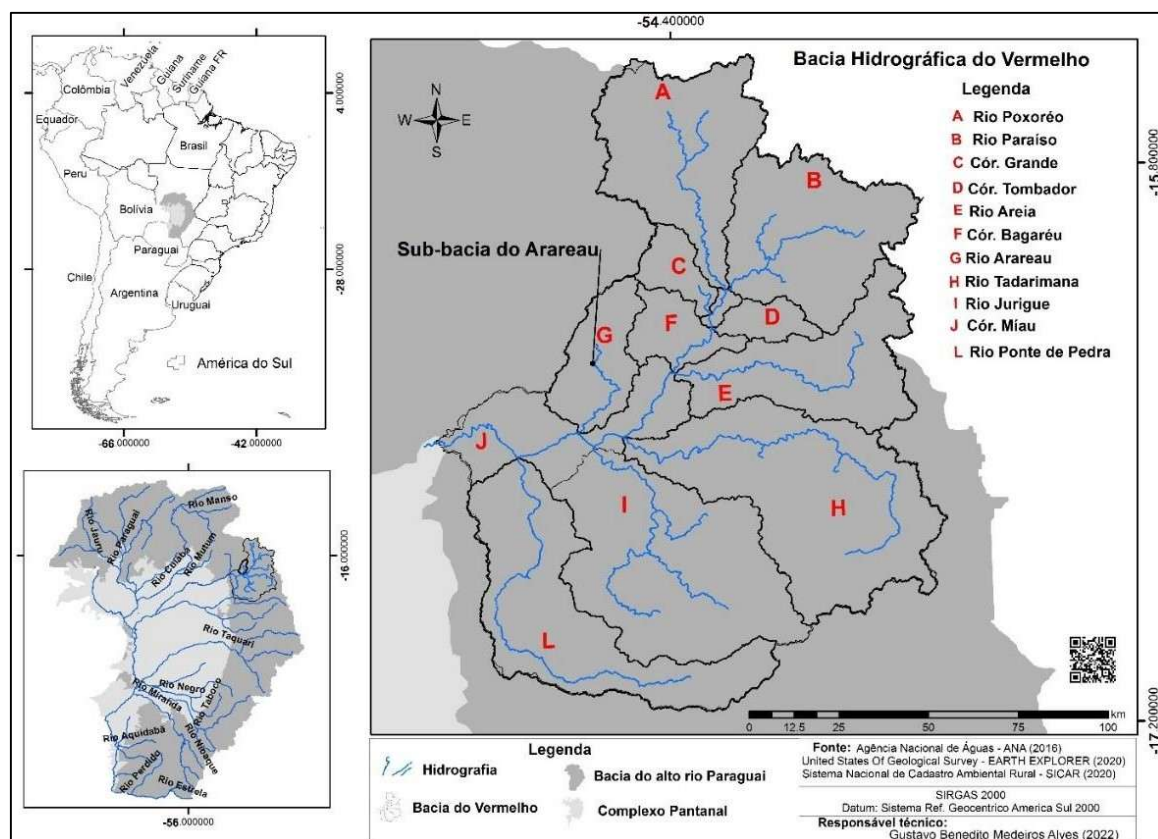
ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Arareau, está inserida na porção sudeste do estado de Mato Grosso, no município de Rondonópolis, sendo um dos principais tributários do rio Vermelho e por consequência da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraguai e do Pantanal Norte (Figura 1).

O Rio Arareau é considerado o principal afluente da margem direita do rio Vermelho, com uma extensão total de 45 km totalmente situados dentro do território municipal de Rondonópolis (MT), e seus últimos 10 km se estendem dentro do setor norte do perímetro urbano desaguardo no rio Vermelho na região central da cidade (Santos *et al.*, 2019).

Figura 1 - Localização da bacia do Alto Paraguai, da bacia do rio Vermelho e seus respectivos contribuintes.

Fonte: Alves *et al.* (2023)



A pluviometria média anual da área de estudo é de 1.300 mm com temperatura variando de 25° C a 38° C (Cutrim e Campos, 2010). A bacia em estudo se localiza na unidade do Planalto dos Alcantilados, no rebordo, em direção à porção nordeste da planície do pantanal mato-grossense (Werlang, 1997). O relevo local é constituído de terrenos aplainados, de chapadões levemente ondulados com declividade até 15%; sendo 5% fortemente ondulados (montanhoso), 15% planos e 80% ondulados (Guirra, 2017).

O uso da terra na bacia hidrográfica do rio Vermelho nem sempre vem acompanhado por um planejamento que promova a sustentabilidade ambiental. Assim, problemas ambientais relacionados aos usos e ocupação do território são documentados na região o que ampliam as vulnerabilidades das áreas de proteção ambiental das nascentes e rios que drenam para a Bacia do Pantanal. Sabe-se que as paisagens naturais da sub-bacia do Rio Arareau foi palco das primeiras ocupações territoriais de Rondonópolis/MT, sofrendo modificações e impactos desde o início, tanto na qualidade da cobertura vegetal e quanto na biodiversidade.

MÉTODOS

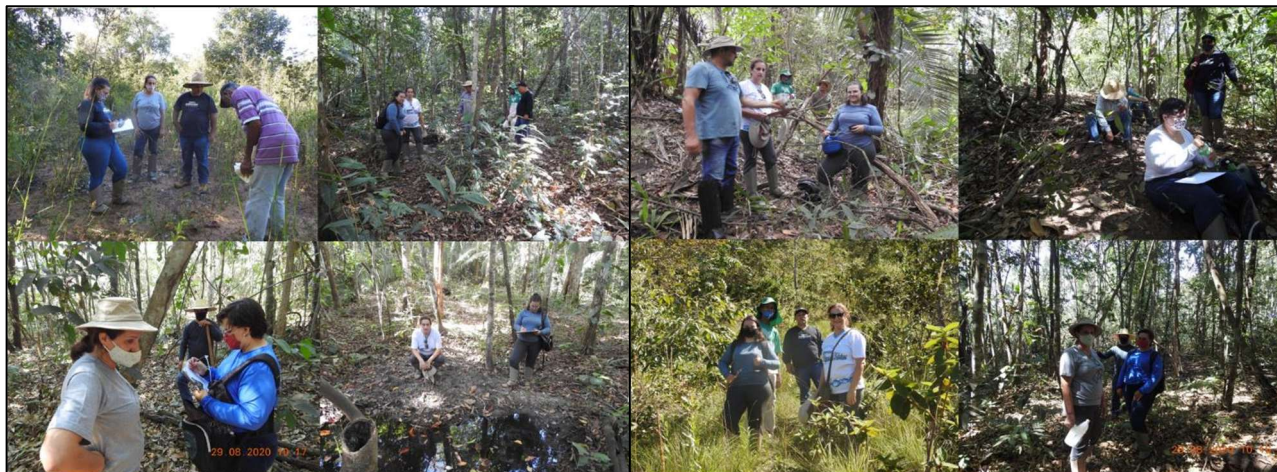
Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da sub-bacia do Arareau foram adotadas oito classes, sendo elas: Agricultura, Pastagem, Alteração Antrópica (Áreas onde a vegetação nativa original apresenta sinais de alteração da cobertura natural), Influência Urbana, Formação Florestais, Savana Arborizada, Savana Gramínea e Água, área urbanizada, cultura temporária, pastagem, mata e área descoberta, seguindo as classes descritas no Relatório Técnico Metodológico alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai (WWF-Brasil, 2015).

A imagem CBERS4A/WPM (12-09-2021) utilizada na classificação a obtenção foi realizada no site do Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE e tendo como apoio das imagens do Google Earth e atividades *in loco*, foi realizado uma classificação supervisionada via Sistema de Informação Geográfica (classificador Random Forest) QGIS 3.22. O arquivo vetorial (shapefile) correspondente às nascentes foi obtido por meio do site do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SINCAR datadas no dia 13 de dezembro de 2021.

A delimitação das Área de Proteção Permanente (APP) foi realizada via Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 3.22, que estabeleceu um raio de 50 m tendo como referência o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012). Além disso, realizou o mapeamento dos diferentes usos da terra, tendo como apoio o software Google Earth com as imagens datadas para o dia 10/09/2022 e 18/11/2022. Para classificar os níveis de conservação das APPs foi utilizada a metodologia adaptada de Medeiros *et al.* (2019) tendo como critério para classificação dos níveis de cobertura de vegetação: (1) preservado (100%), (2) perturbado ($\geq 50\%$) e (3) degradado ($<50\%$).

Para maior confiabilidade dos dados obtidos na classificação supervisionada foram realizadas atividades *in loco*, além de resgatar informações do banco de dados do Grupo Arareau de Pesquisa e Educação Ambiental e do Laboratório de Análises Hídricas e Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Rondonópolis (LAHEA- UFR). Foram aferidas 40 nascentes entre os anos de 2019 e 2021 (Figura 2). Essas informações, possibilitaram averiguar o estado de conservação das Áreas de Proteção Permanentes e, respectivamente a vulnerabilidade ambiental decorrente aos usos da terra.

Figura 2 - Vista geral das atividades durante as visitas de diagnóstico nas nascentes na comunidade do Bananal (Rondonópolis/MT). Fonte: Alves *et al.* (2023)



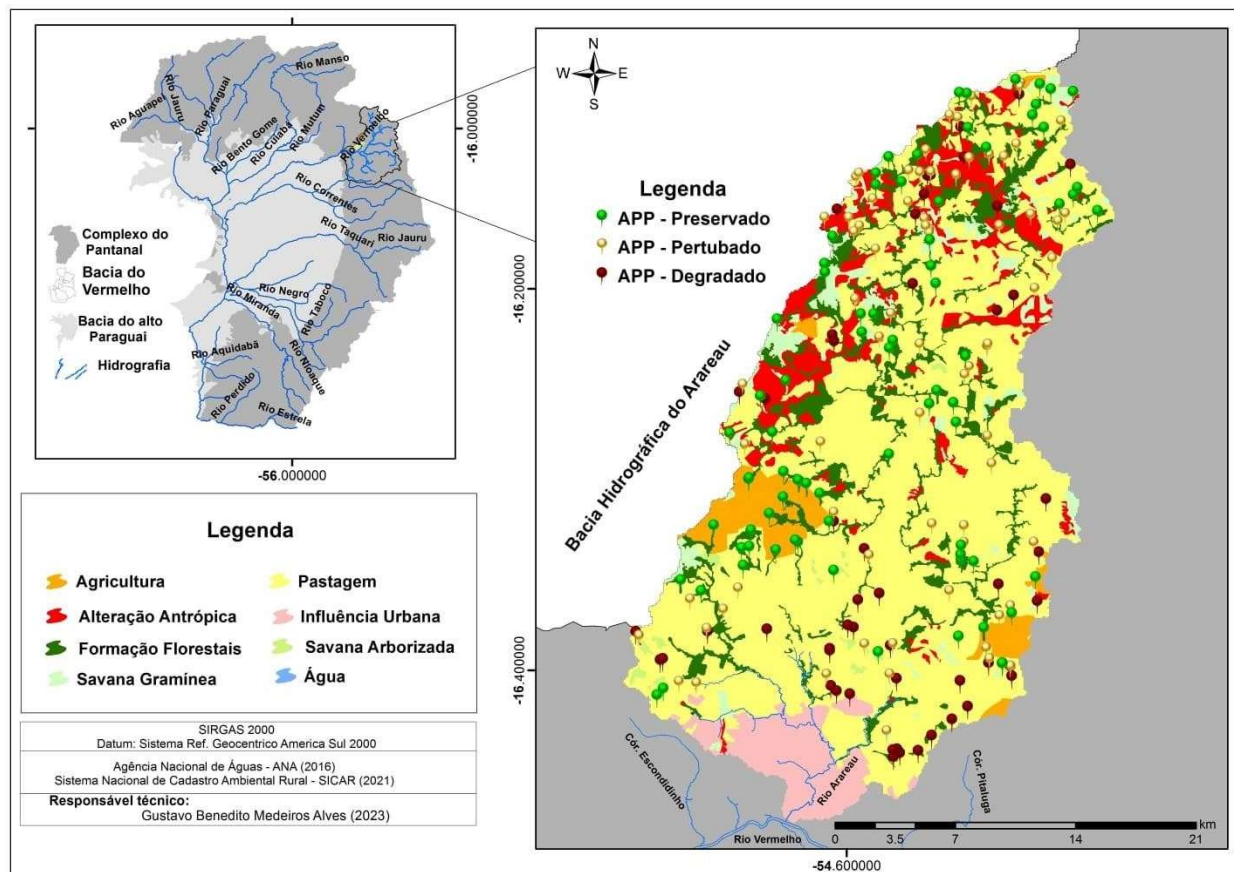
Tomando como base a classificação de uso do solo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) e dados disponíveis na literatura foi elaborada uma proposta de classificação de uso e ocupação do solo para área de estudo. As categorias de usos foram adequadas a partir da metodologia de Siqueira (2021). Os tipos de uso e ocupação foram classificados em seis categorias diferentes, com destelhamentos em escala 1:10000, sendo identificadas e divididas em 6 unidades: Pastagem, Mata de Galeria, Campo Sujo, Solo Exposto, Área Úmida, Vereda e Brejo, com os dados sendo capturados pelo respectivamente pelo programa Google Earth Pro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia do Rio Arareau possui, na maior parte de seu território, áreas ocupadas por pastagens (64%). A segunda maior representação é composta pelas Formações Florestais (9%), seguido pelas áreas de Alterações Antrópicas (8%), Influência Urbana (5,6%), Savana Arborizada (5,3%), Agricultura (4,1%), Savana Gramínea (4%) (Figura 3). Desse modo, salienta-se que esse território está sujeito a sofrer os processos de vulnerabilidades ambientais, através das atividades agropastoril e do avanço da malha urbana de Rondonópolis, que vem transformando a paisagem, com destaque para as Áreas de Proteção Permanente (APPs), sendo que a maioria das nascentes da bacia do rio Arareau encontra-se em desacordo com a legislação vigente.

Nessa perspectiva Silva *et al.* (2019) e Alves (2023), analisando os Impactos das APPs do rio Arareau alertaram que o nível de degradação ambiental nos meios biótico, físico e químico estão em níveis muito elevados, isso decorre ao avanço da urbanização, agricultura e da pecuária. Já Silva *et al.* (2022), expressaram que em toda extensão urbana há uma grande retirada da vegetação nativa das APPs. Isso ocorre devido a ocupação antrópica, agravando ainda mais o processo de erosão, assoreamento e impermeabilização do solo, não sendo levado em consideração as leis vigentes, nem o mínimo necessário de distanciamento do curso hídrico.

Figura 3 - Uso e cobertura da terra da sub-bacia do Rio Arareau e informações do estado de conservação das nascentes. Fonte: Alves *et al.* (2023)






Os resultados dos usos e cobertura da terra nas 203 Áreas de Preservação Permanentes, demonstram que 109 nascentes possuem suas APPs ocupado por pastagens, seguidos por mata de galeria (79), campo sujo em (6), solo exposto (4), área úmida (3) e veredas (2) (Figura 3). Além disso, destaca-se que cerca de 38,91% (61,98 ha) das APPs, encontram-se em conformidade com a legislação ambiental vigente. Já aproximadamente 61,09% (97,40 ha), está passando por vulnerabilidade, uma vez que não possui vegetação em suas respectivas áreas de proteção (Tabela 1).

Nessa conjuntura, observa-se que a intensa degradação decorrente aos usos irregulares das APPs nas chamadas áreas verdes, deixam de cumprir o seu principal objetivo no contexto ambiental que é de preservar e manter o corpo hídrico. O Código Florestal vigente no Brasil dispõe sobre as APPs e prevê a manutenção de 100% da vegetação nessas áreas.

Estudos realizados por Santos *et al.* (2020); Paz e Ribeiro (2020); Silva *et al.* (2020); Pereira e Ludka (2021), demonstram que os impactos de maiores proporções das Áreas de Preservação Permanentes de nascentes é a remoção da vegetação nativa, que geralmente é acompanhada por outros impactos como, por exemplo, atividade agropastoril, construção civil, processo de intemperismo e erosão, compactação do solo e consequentemente a minimização da capacidade de infiltração de água pluvial e a diminuição da diversidade da fauna e flora. Desse modo, Dias e Ferreira (2013), alertam que as atividades realizadas nas áreas de APPs das nascentes são usos que sabidamente geram

impactos de forma negativa sobre a biodiversidade, podendo levar ao desaparecimento de várias espécies.

Tabela 1 - Estado de Conservação das Áreas de Proteção Permanente (APP) das nascentes com apoio das imagens do Google Earth Pro. Fonte: Alves *et al.* (2023)

Estado de Conservação	Total (%) de nascentes	Exemplos do Uso e Cobertura (Imagem do Google Earth Pro)
Preservado	38,91%	
Perturbado	35,47%	
Degradado	25,62%	

Não obstante a isso, durante as atividades de campo e os dados resgatados, foram constatados diversos impactos ambientais adicionais nas Áreas de APPs das nascentes, não somente a supressão das áreas verdes nativa em si e a ocupação irregular, mas também pelas assoreamento, contaminação por dejetos bovinos.

Destaca-se que os impactos ambientais decorrentes aos usos da terra, provocados em qualquer porção da sub-bacia do Arareau podem interferir na quantidade e qualidade da água que desagua no rio Vermelho e, por sua vez usado na captação de água para tratamento e uso subsequente da população do município de Rondonópolis, além de provocar desequilíbrio na biodiversidade da região, que integra a Bacia do Alto Paraguai (Souza *et al.*, 2018; Resende, 2020; Silva *et al.* 2022). Este fato remete a uma análise crítica quanto à manutenção das matas ciliares em áreas destinadas a proteção ambiental por dar legitimidade às perdas de biodiversidade, impactar os recursos hídricos a partir das mudanças estabelecidas nas regras de recomposição vegetal (Pessi *et al.*, 2019; Zigomar, 2003) e manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Neste cenário cabe indicar medidas mitigadoras corretivas para controlar ou eliminar os fatores geradores dos impactos, para tanto considera-se praticar ações que visem diminuir o impacto negativo ou reduzi-lo, assim propostas podem ser a implantação de barreira física (cercamento) nas nascentes localizadas na área de pastagens, para a contenção contra a entrada de pessoas e animais servindo como proteção à mata ciliar das nascentes do córrego Arareau.

CONCLUSÃO

Na sub-bacia do Rio Arareau a ação antrópica e o avanço desenfreado da agropecuária são os principais causadores dos impactos ambientais diagnosticados. O processo de expansão da pecuária, acompanhado de uma série de impactos ambientais evidenciam uma grande falta de preocupação com a preservação dos recursos hídricos por parte do poder público, produtores rurais e a sociedade em geral. O uso e cobertura da terra das APPs das nascentes apresentaram um nível muito elevado de vulnerabilidade ambiental, devido às atividades pecuárias realizadas na maior parte da bacia, afetando tanto os meios físicos quanto químicos e ecológicos.

As informações obtidas neste estudo evidenciam a importância das APPs para o equilíbrio ambiental em bacias hidrográficas e nas nascentes, destacando-se que os problemas aumentam quando não há a preocupação de planejar os espaços. Para os tomadores de decisões, possibilitou o reconhecimento das áreas que estão sujeitas a variação da vegetação e essa compreensão pode facilitar a realização do planejamento e ordenamento do território.

REFERÊNCIAS

- AKUMU, C. E.; HENRY, J.; GALA, T.; DENNIS, S.; REDDY, C.; TEGGENE, F.; HAILE, S.; ARCHER, R. S. (2018). “*Inland wetlands mapping and vulnerability assessment using an integrated geographic information system and remote sensing techniques*”. Global Journal Environmental. Science Manage 4(4), pp. 387- 400.
- ALVES, G. B. M. (2015). “*Efeitos da inundação sobre o manejo da pecuária no Pantanal Norte, com emprego de imagens orbitais*”. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, Mato Grosso.
- ALVES, G.B.M.; COSTA, J.H.A.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M. (2023). “*Análise da vulnerabilidade das Áreas de Proteção Permanentes (APP) das nascentes da bacia do rio Arareau (região hidrográfica do Alto Paraguai) como ferramenta de diagnóstico ambiental*” in *Pesquisas em geotecnologia aplicadas e estudos ambientais*. Org. por Pessi, D.D.; Paranhos Filho, A.C.; Silva, N.M.; Mioto, C. et al., ed. Uniedusul, Maringá, PR, pp. 354-370.
- APOLLO, L.H.; SOUZA, V.G. (2021). “*Formação heterogênea da paisagem e experiências urbanas no bairro Floresta, Porto Alegre/RS*”. Cadernos Metrópole 23(52), pp. 1213-1236.
- CAVAZZANA, G.H.; LASTORIA, G.; DALMAS, F.B.; GABAS, S.G.; FILHO, C.P. (2018). “*Maps Algebra Application to Obtain Natural and Environmental Vulnerability of Flooding Areas*”. Anuário do Instituto de Geociências 41(1), pp. 255-264.
- CERQUEIRA, M.A., SANTOS, P.O.C., FARIAS, V.N.C., CHAGAS JÚNIOR, V.F.; BARBOSA, R.V.R. (2021). “*Análise temporal por sensoriamento remoto da supressão de vegetação nativa em vales na cidade de Maceió, Brasil*”. The Journal of Engineering and Exact Sciences 7(1), pp 12151–01.

- DUDZIC-GYURKOVICH, K. (2021). “Urban Development and Population Pressure: The Case of Młynowska Krolewska Park in Krakow, Poland”. *Sustainability* 13(3):1116 – 1131.
- FANTIN-CRUZ, C. PEDROLLO, O.; GIRRARD, P.; ZEILHOFER, P.; HAMILTON, S. K. (2015). “Effects of a diversion hydropower facility on the hydrological regime of the Correntes River, a tributary to the Pantanal floodplain, Brazil”. *Journal of Hydrology* 531(3), pp. 810-820.
- FILETTI, C.R.G.A. (2021). “Implicações da implantação de loteamentos distantes da área urbana no planejamento urbano no município de Maringá – PR”. *Brazilian Journal of Development* 7(3), pp. 32118-32135.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2013). *Manual Técnico de Uso da Terra*. Manuais Técnicos em Geociências, 3a ed., Rio de Janeiro, 171p.
- KEDDY, P.A.; FRASER, L.H.; SOLOMESHCH, A.I.; JUNK, W.J.; CAMPBELL, D.R.; ARROYO, M.T.K.; ALHO, C.J.R. (2009). “Molhado e maravilhoso: maiores áreas úmidas do mundo são as prioridades de conservação”. *BioScience* 59(1), pp. 39-51.
- LANGAN, C.; FARMER, J.; RIVINGTON, M.; SMITH, J.U. (2018). “Tropical wetland ecosystem service assessments in East Africa; A review of approaches and challenges”. *Environmental Modelling & Software* 102, pp. 260-273.
- LIBERTI, E.; NUCCI, J. C. (2018). “Carta da Qualidade Ambiental Urbana: questões técnicas no cruzamento digital das cartas de uso e de cobertura da terra na parte superior da bacia do rio Belém (Curitiba- PR)”. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades* 6(41), pp. 59 – 74.
- MEDEIROS, E.P.F.R.; SIQUEIRA, T.S.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M.; ALVES, G.B.M.; SOUZA, K.L.M. (2019). “Usos e ocupação do solo em áreas de preservação permanente das nascentes do rio Arareau na borda do Pantanal mato-grossense” in XIV Congresso de Ecologia Brasileira, São Loutenço, MG. 2019, pp. 20-23.
- MELLO, S.C.B., BASTOS, A.F.S.; LACERDA, C.C.O. (2020). “Lutas urbanas no Cais Mauá e na avenida paulista: metodologia qualitativa para compreensão de transformações no espaço público das cidades”. *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais* 9(1), pp. 106-125.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). *Ecosistemas e bem-estar humano: pantanais e síntese de água*. World Resources Institute, Washington, 68 p.
- NASCIMENTO, L.A.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M. (2024). “Revisão bibliográfica sistemática relacionada ao estudo da vulnerabilidade ambiental em rios urbanos”. *Geoambiente Online* 50, pp.1-13.
- OGANIA, J.L.; PUNO, G.R.; ALÍVIO, M.B.T.; TAYLARAN, J.M.G. (2019). “Effect of digital elevation model’s resolution in producing flood hazard maps”. *Global Journal Environmental Science Manage* 5(1), pp. 95-106.
- PAL, S.; TALUKDAR, S. (2018) “Drivers of vulnerability to wetlands in Punarbhaba river basin of India Bangladesh”. *Ecological Indicators* 93, pp. 612-626.
- PAZ, O.L.S.; RIBEIRO, I.A. (2020). “Expansão Urbana e Degradação de Áreas de Preservação Permanente de Rio e Nascentes em Bairros de Colombo/Paraná”. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, 1(31), pp. 290-323.
- PEREIRA, S.; LUDKA, V.A. (2021). “Nascente na legislação brasileira” in Congresso Brasileiro da Guerra do Contestado. Colóquio de Geografias Territoriais Paranaenses e Semana de Geografia da UEL, v. 2, pp. 183-195.
- PUPIM, F.N.; BIERMAN, P.R.; ASSINE, M.L.; ROOD, D.H.; SILVA, A.; MERINO, E.R. (2025). “Erosion rates and landscape evolution of the lowlands of the Upper Paraguay river basin (Brazil) from cosmogenic ^{10}Be ”. *Geomorfologia* 234, pp. 151-160.

- RESENDE, V.H.L. (2020). “*Diagnóstico ambiental do trecho urbano do rio Arareau em Rondonópolis – MT*”. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Mato Grosso, Cuiabá, 114 p.
- RICHARDS, D.R.; MOGGRIDGE, H.L.; MATBY, L.; WARREN, P.H. (2018). “*Impacts of habitat heterogeneity on the provision of multiple ecosystem services in a temperate floodplain*”. Basic and Applied Ecology 29, pp. 32-43.
- SANTOS, J.W.M.C., LOVERDE-OLIVEIRA, S.M.; ANGEOLETTO, F.; PESSI, D.D.; ALVES, G. B.M.; OLIVEIRA, T.D.S. (2019). “*Diagnóstico de impactos na Área de Preservação Permanente do arroio urbano Arareau, Rondonópolis, Brasil*”. Revista Geográfica Venezolana 60(2), pp. 300 - 312.
- SANTOS, C.L., SILVA, C.C.P., ALMEIDA, J., LIMA, M.J.A.; MOURÃO, F.V. (2020). “*Avaliação ambiental da área de preservação permanente das nascentes e corpo hídrico impactados pela atividade pecuária rotativa*” Brazilian Journal of Development 6(5), 25385–25390.
- SILVA, G.J.O.; NEVES, S. M.; RAMOS, A. W. P. & MIRANDA, M. R. da SILVA. (2020). “*Estado de conservação das áreas de preservação permanente de nascentes da bacia hidrográfica do Rio Jauru/MT-Brasil*”. Revista Cerrados 18(01), pp. 03–22.
- SILVA, J.S.V.; ABDON, M.M. (1998). “*Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões*”. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33, pp. 1703-1711.
- SILVESTIM, E.G.; VIEIRA, M.R.S.; SILVESTIM, F.G.; LIMA FILHO, A.A.; LOPES, A.B. (2021). “*An insight into the environmental degradation caused by irregular occupations in green areas in the city of Manaus-AM*”. Research, Society and Development 10(16), pp. 1-11.
- SIQUEIRA, T.S. (2016). “*Efeitos da urbanização do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente (app) dos cursos hídricos e nascentes urbanas (Rondonópolis, Mato Grosso)*”. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Rondonópolis - UFR. Rondonópolis, Mato Grosso. 2016. 50p.
- SOUZA, A.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; ALVES, B.M.G. (2018). “*Mapeamento dos usos do solo na Área de Proteção Permanente do Rio Vermelho (MT) e seus reflexos sobre a qualidade da água*”. Geografia (Londrina) 27(67), pp. 67-82.
- THORSLUNDA, J.; JARSJO, J.; JARAMILLO, F.; JAWITZ, J.W.; MANZONI, S.; BASU, N.B.; CHALOV, S.R.; COHEN, M.J.; CREED, I.F.; GOLDENBERG, R.; HYLIN, A.; KALANTARI, A.; KOUSSIS, D.; Lyon, S.W.; MAZI, K.; MARD, J.; PERSSON, K.; PIETRO, J. PRIETO, C.; QUIN, A.; DESTOUNI, G. (2017). “*Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management*”. Ecological Engineering 108, pp. 489-497.
- TOOTH, S. (2018). “*The geomorphology of wetlands in drylands: Resilience, nonresilience, or?*”. Geomorphology 305, pp.33-48.
- WANTZEN, K.M.; CALLIL, C.; BUTAKKA, C.M.M. (2009). “*Benthic invertebrates of the Pantanal and its tributaries*”, in *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Org. por Junk, W.J.; Da Silva, C.J.; Nunes da Cunha, C.; Wantzen, K.M. ed. Pensoft Publishers, Sofia - Moscow, pp. 127-141.
- WERLANG, M.K. (1997). “*Capacidade de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Arareau - Rondonópolis-MT*”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 120p.