

ANÁLISE E MONITORAMENTO DE NASCENTES E IGARAPÉS NO CORREDOR ECOLÓGICO ADOLPHO DUCKE – PURAQUEQUARA, MANAUS, AMAZONAS

Kevin Wayne Silva de Abreu[1], Katell Uguen[2]

RESUMO

As nascentes e os igarapés constituem componentes fundamentais dos sistemas hidrológicos amazônicos, desempenhando papel essencial na manutenção da qualidade da água, na regulação do ciclo hidrológico e no suporte à biodiversidade. Entretanto, o crescimento urbano e as mudanças no uso do solo em áreas periurbanas da Amazônia têm intensificado pressões antrópicas sobre esses ambientes naturais. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o estado de conservação das nascentes e igarapés localizados no corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara, no município de Manaus, Amazonas. A pesquisa foi desenvolvida por meio de análise espacial utilizando técnicas de geoprocessamento e interpretação de imagens de satélite em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foram analisadas imagens de diferentes períodos com o objetivo de identificar alterações na cobertura vegetal e na paisagem ao redor dos cursos d'água. A análise temporal permitiu observar padrões de conservação e identificar possíveis áreas sob influência de pressões antrópicas. Os resultados indicam que grande parte do corredor ecológico ainda apresenta cobertura florestal relativamente conservada, principalmente nas áreas próximas à Reserva Florestal Adolpho Ducke. Contudo, também foram identificados setores com sinais de alteração na cobertura vegetal, especialmente em áreas próximas à expansão urbana. Dessa forma, a manutenção do corredor ecológico mostra-se fundamental para a proteção das nascentes e igarapés e para a conservação dos recursos hídricos da região.

PALAVRAS-CHAVE: conservação ambiental. corredores ecológicos. geoprocessamento. igarapés. nascentes.

INTRODUÇÃO

Os sistemas hídricos superficiais exercem papel fundamental na manutenção dos ecossistemas amazônicos, sendo as nascentes e os igarapés elementos essenciais na dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas (Benini et al., 2018). Esses ambientes contribuem para a manutenção da biodiversidade, para a regulação do ciclo da água e para o equilíbrio ecológico das paisagens naturais. Na Amazônia, os igarapés representam importantes sistemas de drenagem que conectam diferentes ambientes florestais e aquáticos. No entanto, a expansão urbana e as transformações no uso do solo têm provocado alterações significativas nesses ambientes, especialmente em áreas periurbanas onde a pressão antrópica tende a ser mais intensa (Embrapa Amazônia Oriental, 2009; Ferreira et al., 2012).

A vegetação ripária exerce papel fundamental na proteção dos cursos d'água, contribuindo para a estabilidade das margens, para a manutenção da qualidade da água e para a conservação da biodiversidade associada aos ambientes aquáticos (Palhiarini e Pagotto, 2015). Dessa forma, a proteção dessas áreas torna-se essencial para garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados aos recursos hídricos. Nesse contexto, a criação de corredores ecológicos representa uma estratégia importante para promover a conectividade entre fragmentos florestais e contribuir para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais (Escobar, 2016).

O corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara está localizado na zona leste do município de Manaus e apresenta grande relevância ambiental por abrigar remanescentes florestais e diversos cursos d'água associados à bacia hidrográfica do igarapé Puraquequara (Miranda, 2017). Diante desse cenário, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento têm sido amplamente utilizadas para analisar transformações ambientais e monitorar mudanças na paisagem ao longo do tempo (Vasconcelos et al., 2006).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a conservação das nascentes e igarapés presentes no corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara, utilizando análise temporal da cobertura vegetal e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), além de demonstrar o potencial dessas ferramentas como instrumento de monitoramento ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara, localizado no município de Manaus, Amazonas, caracterizado por remanescentes de floresta de terra firme e por uma rede hidrográfica associada à bacia do igarapé Puraquequara (Miranda, 2017). A pesquisa foi desenvolvida por meio de análise espacial em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o uso do software QGIS. Foram utilizadas imagens de satélite e bases cartográficas provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Secretaria Municipal de Finanças e Tecnologia da Informação de Manaus (SEMEF), além de dados altimétricos oriundos do Modelo Digital de Elevação (MDE) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

A caracterização do relevo foi realizada por meio do uso de Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir do qual foram derivados produtos cartográficos como o mapa hipsométrico. O emprego do MDE justifica-se por sua capacidade de

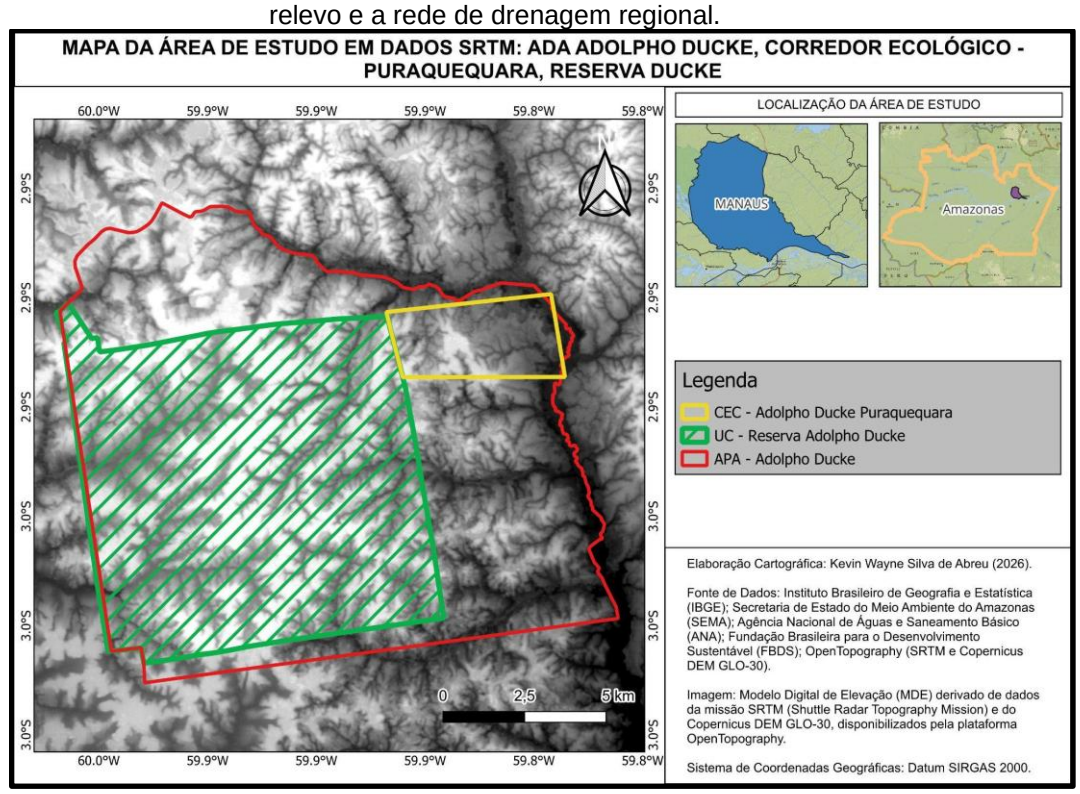
representar de forma contínua a variação altimétrica do terreno, permitindo análises detalhadas da morfologia da paisagem e de sua organização espacial. Além disso, esse tipo de dado possibilita a extração de informações fundamentais para estudos ambientais, como declividade, orientação de vertentes e compartimentação do relevo, constituindo uma base consistente para a compreensão dos processos hidrológicos e geomorfológicos (Oliveira et al., 2007; Marques Filho et al., 2025).

Em etapa posterior, o MDE foi submetido a procedimentos de pré-processamento e análise hidrológica, incluindo correção de inconsistências topográficas e geração de variáveis derivadas, como direção e acúmulo de fluxo, que permitiram a identificação automática da rede de drenagem e das nascentes. A utilização dessas técnicas é amplamente adotada por proporcionar maior objetividade e reprodutibilidade na delimitação de sistemas hídricos, especialmente em áreas extensas ou de difícil acesso. Com base nesses produtos, procedeu-se à delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme os critérios estabelecidos pela legislação ambiental brasileira, assegurando coerência entre a análise espacial e os instrumentos legais de proteção dos recursos hídricos (Brasil, 2012).

Para a análise temporal da paisagem, foram selecionadas imagens dos anos de 2005, 2015 e 2025, permitindo avaliar mudanças na cobertura vegetal ao longo do tempo. Como complemento, foi aplicado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizado para avaliar a densidade e o vigor da vegetação (Pinheiro et al., 2020; Xavier e Fortes, 2023). Além disso, foram consideradas imagens dos períodos de cheia e seca, possibilitando a análise das variações sazonais na paisagem e na dinâmica dos ambientes associados aos cursos d'água.

A delimitação da área de estudo permitiu a identificação do corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara e sua inserção na paisagem urbana e periurbana de Manaus, evidenciando sua importância para a conectividade entre fragmentos florestais e sistemas hídricos locais (Figura 1).

Figura 1 – Modelo digital de elevação (SRTM) da região do Corredor Ecológico Ducke–Puraquequara, destacando a dissecação do relevo e a rede de drenagem regional.



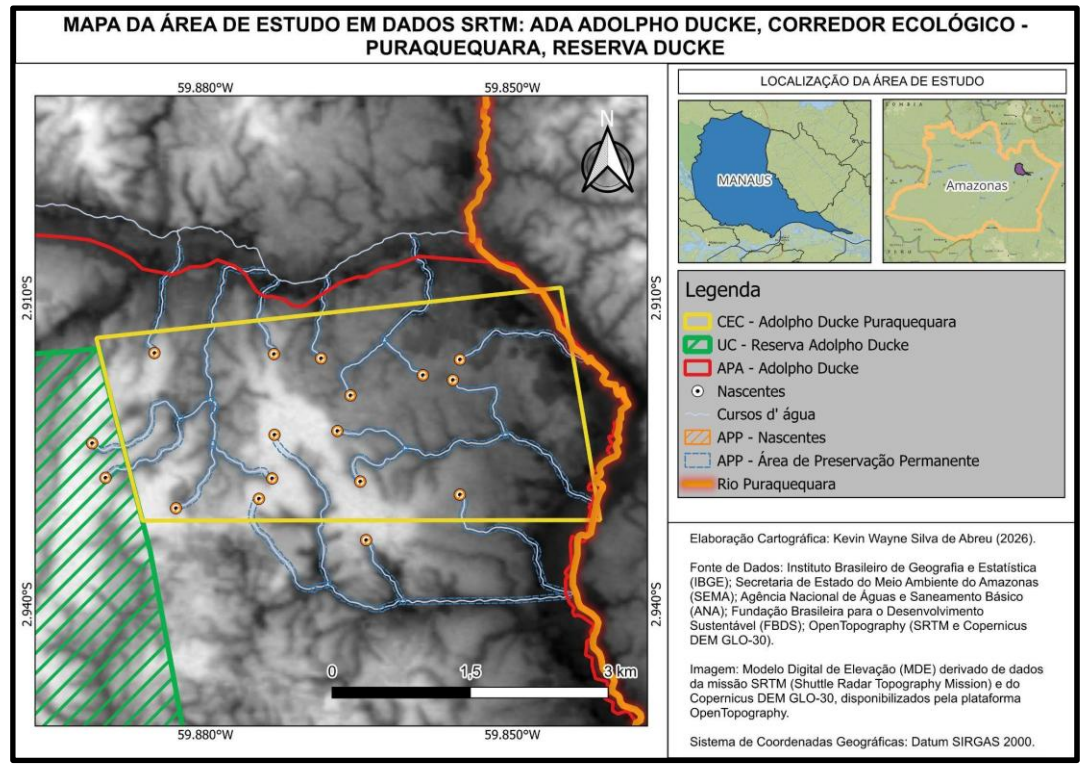
Fonte: Dados SRTM/Open Topography; elaboração de Kevin Wayne no QGIS (2026).

O segundo mapa, representado na figura 2, apresenta a delimitação da área de estudo no interior do corredor ecológico que conecta a APA Adolpho Ducke à região do Puraquequara, localizada na zona leste do município de Manaus.
No mapa são representados:

- O limite da APA Adolpho Ducke
- O limite do Corredor Ecológico Ducke–Puraquequara (CEC)
- A rede hidrográfica da área de estudo
- A localização das nascentes identificadas, representadas por pontos.

A análise espacial demonstra que a região apresenta alta densidade de nascentes, distribuídas principalmente ao longo dos interflúvios e cabeceiras de drenagem. Essas nascentes dão origem a diversos igarapés de primeira e segunda ordem que estruturam a rede hidrográfica local. A configuração espacial dessas drenagens evidencia a importância do corredor ecológico para a manutenção dos sistemas hidrológicos e da conectividade ambiental, uma vez que a preservação das áreas de nascente contribui diretamente para a integridade ecológica dos igarapés e da floresta de terra firme associada.

Figura 2 – Delimitação da área de estudo no Corredor Ecológico Ducke–Puraquequara, com a distribuição das nascentes e da rede hidrográfica.

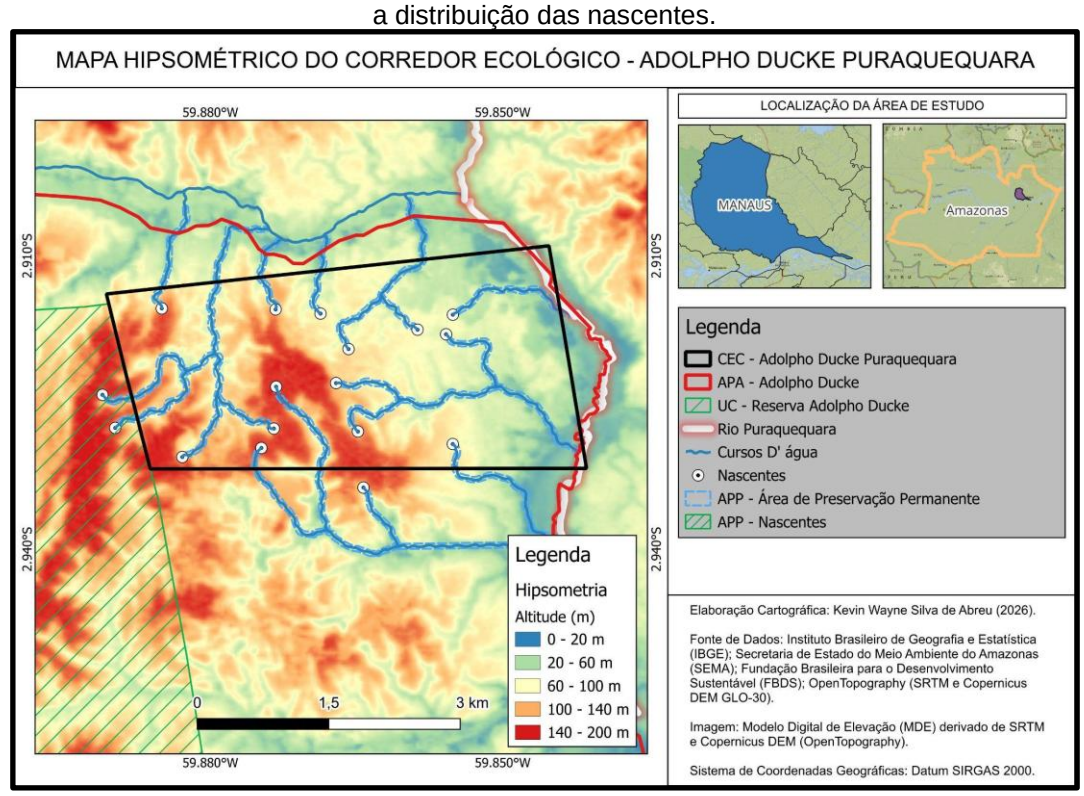


Fonte: Base hidrográfica e nascente (FBDs) e dada SRTM via Open Topography; elaboração própria no QGIS (2026).

RESULTADOS

O mapa hipsométrico permitiu uma visualização mais detalhada da variação altimétrica, com predominância de cotas entre 20 e 100 metros (Figura 3). As classes mais baixas (0–20 m) estão diretamente associadas ao rio Puraquequara e aos igarapés, enquanto as maiores altitudes (100–200 m) correspondem às áreas de interflúvio. Essa distribuição evidencia a relação direta entre relevo e dinâmica hidrológica.

Figura 3 – Mapa hipsométrico do corredor ecológico do Puraquequara, evidenciando a variação altimétrica e sua relação com a rede de drenagem e a distribuição das nascentes.

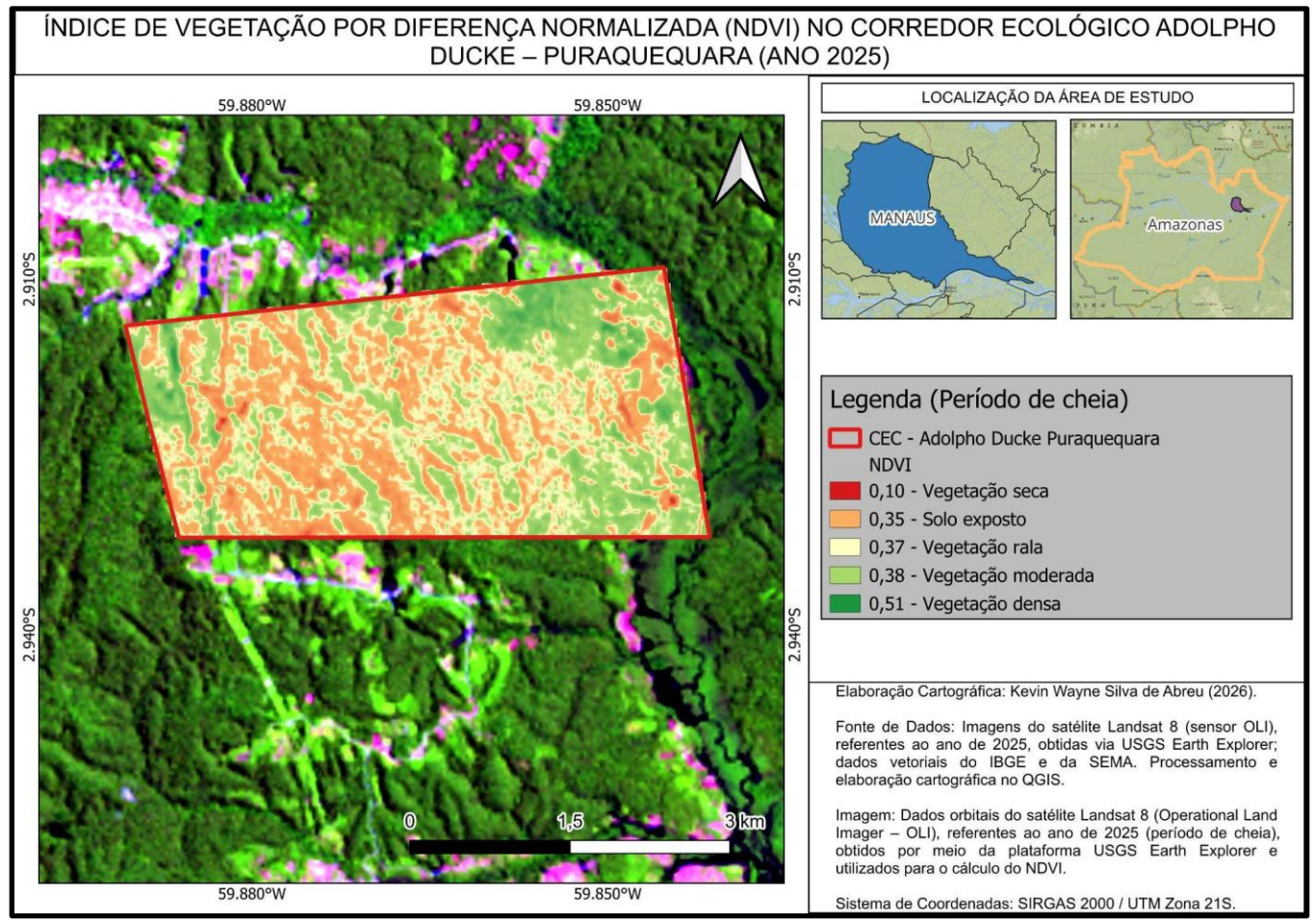


Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados SRTM e Copernicus DEM (Open Topography), processados no QGIS (2026).

A análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para o ano de 2025, no período de cheia, evidenciou a predominância de valores intermediários, associados à vegetação rala e moderada, com ocorrência pontual de áreas com valores mais elevados, indicando vegetação densa. Observa-se ainda a presença de áreas com baixos valores de NDVI, relacionadas ao solo exposto e à influência de corpos hídricos. A distribuição desses valores demonstra uma paisagem heterogênea, caracterizada por diferentes condições de cobertura vegetal ao longo do corredor ecológico.

As áreas com maiores índices de NDVI concentram-se principalmente nos remanescentes florestais mais preservados, enquanto os valores intermediários indicam regiões com menor densidade de biomassa vegetal ou em processo de regeneração. De modo geral, os resultados sugerem que o corredor ecológico ainda mantém importantes áreas de vegetação conservada, reforçando sua relevância para a proteção dos recursos hídricos e para a manutenção da conectividade ambiental na região.

Figura 4 – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no Corredor Ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara, ano de 2025 (período de cheia).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagens Landsat (USGS), processados no QGIS (2026).

Esse padrão espacial indica uma cobertura vegetal heterogênea, caracterizada por fragmentação e diferentes estágios de regeneração. A maior presença de vegetação moderada e o surgimento de núcleos de vegetação densa sugerem uma melhora no vigor vegetativa, possivelmente associada à disponibilidade hídrica no período de cheia e a processos de recuperação ambiental na área de estudo.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que o uso integrado de geotecnologias, como o Modelo Digital de Elevação (MDE), a análise hipsométrica, a identificação da rede de drenagem e a aplicação do NDVI, constitui uma abordagem eficiente para a compreensão da dinâmica ambiental no corredor ecológico Adolpho Ducke – Puraquequara. A análise do relevo demonstrou forte influência na distribuição das nascentes e na organização da rede hidrográfica, reforçando a relação direta entre a hipsometria e os processos hidrológicos locais.

Além disso, a análise temporal da cobertura vegetal, por meio do NDVI, permitiu identificar padrões de conservação e áreas sob maior pressão antrópica. De modo geral, os resultados indicaram a predominância de valores intermediários do índice, associados à vegetação rala e moderada, bem como a presença de áreas com baixos valores, relacionadas ao solo exposto e à influência de corpos hídricos. Em contrapartida, valores mais elevados de NDVI foram observados de forma pontual, indicando áreas com vegetação mais densa e maior vigor vegetativa.

As variações sazonais observadas entre períodos de cheia e seca também evidenciam a dinâmica natural dos ambientes amazônicos e sua relação com os sistemas hídricos, sendo possível observar aumento do vigor vegetativo durante a cheia e redução no período seco. Esse comportamento reforça a influência da disponibilidade hídrica na resposta espectral da vegetação. Nesse contexto, destaca-se a importância da Reserva Florestal Adolpho Ducke como núcleo de conservação da vegetação, apresentando valores mais elevados de NDVI em comparação às áreas adjacentes, o que evidencia seu papel na manutenção da cobertura vegetal e na conectividade ecológica da região.

Dessa forma, o estudo reforça o papel das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento como instrumentos fundamentais para o monitoramento ambiental, subsidiando ações de planejamento, conservação e gestão sustentável de corredores ecológicos em áreas periurbanas da Amazônia.

[1] Kevin Wayne Silva de Abreu, do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: kwsda.bio18@uea.edu.br.

[2] Profa. Dra. Katell Uguen, docente da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: kuguen@uea.edu.br.

REFERÊNCIAS

BENINI, Sandra Medina Tavares et al. Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/bacias_hidrograficas_fundamentos_e_aplicacoes___juliana_heloisa_pine_americo_pinheiro_sandra_medina_benini_orgs.pdf. Acesso em: 18 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Diretrizes para a recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal. Brasília, DF: MMA/CNRH, 2012. Disponível em: Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/deliberacoes-cnrh-1/resolucoes/resolucao_144-alterada.pdf. Acesso em: 18 jul. 2025.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Igarapés, agricultura e ecossistemas amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/749710. Acesso em: 15 jul. 2025.

ESCOBAR, F. B. P. P. Padrões estruturais fitossociológicos e áreas potenciais para corredores ecológicos na bacia do Puraquequara, Manaus – AM. 2016. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5513. Acesso em: 15 jul. 2025.

FERREIRA, Sérgio José Ferreira et al. Efeito da pressão antrópica sobre igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central. Acta Amazônica, Manaus, v. 42, n. 4, p. 533-540, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/ZTgjZbSMZFz9cVwSfP7BLLQ/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 18 jul. 2025.

MARQUES FILHO, Jorge da Paixão; SILVA, Sonia Maria Lima; COSTA, Vivian Castilho da. Metodologia para pré-processamento de modelos digitais de elevação. Revista Tamoios, v. 21, n. 1, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.12957/tamoios.2025.82947. Acesso em: 18 jul. 2025.

MIRANDA, Antonio Carlos de Castro. Aspectos hidroambientais da bacia do igarapé Puraquequara, Zona Leste de Manaus/AM. 2017. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5788. Acesso em: 18 jul. 2025.

OLIVEIRA, Sandro Nunes de et al. Delimitação automática de bacias de drenagem e análise multivariada de atributos morfométricos usando modelo digital de elevação hidrologicamente corrigido. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 8, n. 1, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.20502/rbg.v8i1.82. Acesso em: 18 jul. 2025.

PALHIARINI, W. S.; PAGOTTO, J. P. A importância da vegetação ripária para ambientes aquáticos continentais. SaBios: Revista de Saúde e Biologia, v. 10, n. 2, p. 66-74, 2015. Disponível em: https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/1826/703. Acesso em: 23 jul. 2025.

PINHEIRO, A. C. et al. Análise temporal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Serra da Caboronga, em Ipirá-BA. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 13, n. 4, p. 1475-1491, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/246539. Acesso em: 17 jul. 2025.

VASCONCELOS, C. H. et al. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira. Cadernos de Saúde Pública, v. 22, n. 3, p. 517-526, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/V4kxTczP79MCDf3ZZBmfrwq/. Acesso em: 25 jul. 2025.

XAVIER, Priscila Auxiliadora de Almeida; FORTES, Mircia Ribeiro. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na bacia hidrográfica dos Educandos na cidade de Manaus – Amazonas. Revista Verde Grande, Montes Claros, v. 5, n. 2, p. 174-192, 2023. Disponível em: https://revista.unc.br/index.php/verde/article/view/1090. Acesso em: 17 jul. 2025.