

Desserviços e as Áreas de Preservação Permanente: impactos nos sistemas fluviais de Envira (AM)

Disservices and Permanent Preservation Areas: impacts on Envira's river systems (AM)

Disservicios y Áreas de Preservación Permanente: impactos en los sistemas fluviales de Envira (AM)

Madalena Epifânio Marques

Universidade Federal do Amazonas

madalenaemarques@gmail.com

Jesuéte Pachêco Brandão

Universidade Federal do Amazonas

jesuetepacheco@ufam.edu.br

Resumo

Este estudo analisa os impactos ambientais e os desserviços ecossistêmicos na faixa de meandro do rio Tarauacá, no município de Envira (AM), com foco nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e nos sistemas fluviais dos igarapés Buriti e Preto. A pesquisa, baseada nos dados da Carta de PIGEOG, evidenciou que o desmatamento, a perfuração inadequada de poços, o descarte irregular de resíduos tem causado sérias perturbações à fisiografia fluvial. Essas ações comprometem a qualidade da água, provocam o assoreamento de nascentes e cursos d'água, reduzem a Geodiversidade e aumentam o risco de enchentes urbanas. Os "poços abandonados" e mal localizados, principalmente em regiões de solo arenoso e zonas de influência flúvio-pluvial, contribuem para a degradação do lençol freático e a contaminação dos solos. O estudo destaca a importância dos serviços ecossistêmicos (suporte, provisão, regulação e cultura) como essenciais à vida humana e ao equilíbrio ambiental. A degradação contínua das APP e dos ecossistemas fluviais demonstra a urgência de ações integradas de fiscalização, recuperação ambiental e educação da população local. A incorporação da complexidade ecológica no planejamento urbano é fundamental para reverter o quadro de desserviços e garantir a sustentabilidade da paisagem e dos recursos naturais.

Palavras-chave: Geodiversidade. Fisiografia fluvial. Desserviços ambientais. Conservação.

Abstract

This study analyzes the environmental impacts and ecosystem disservices in the meander belt of the Tarauacá River, in the municipality of Envira (AM), focusing on Permanent Preservation Areas (APP) and the fluvial systems of the Buriti and Preto streams. The research, based on data from the PIGEOG Chart, evidenced that deforestation, improper well drilling, and irregular waste disposal have caused serious disturbances to the fluvial physiography. These actions compromise water quality, cause the silting of springs and watercourses, reduce geodiversity, and increase the risk of urban flooding. The "abandoned" and poorly located wells, especially in sandy soil regions and areas of fluvial-pluvial influence, contribute to the degradation of the water table and soil contamination. The study highlights the importance of ecosystem services (support, provision, regulation, and culture) as essential to human life and environmental balance. The continuous

degradation of APP and fluvial ecosystems demonstrates the urgency of integrated actions for monitoring, environmental recovery, and local population education. Incorporating ecological complexity into urban planning is fundamental to reversing the disservices and ensuring the sustainability of the landscape and natural resources.

Keywords: Geodiversity. River physiography. Environmental disservices. Conservation.

Resumen

Este estudio analiza los impactos ambientales y los servicios ecosistémicos en la franja de meandro del río Tarauacá, en el municipio de Envira (AM), con un enfoque en las Áreas de Preservación Permanente (APP) y los sistemas fluviales de los arroyos Buriti y Preto. La investigación, basada en los datos de la Carta de PIGEOP, evidenció que la deforestación, la perforación inadecuada de pozos y la eliminación irregular de residuos han causado serias perturbaciones a la fisiografía fluvial. Estas acciones comprometen la calidad del agua, provocan el azolvamiento de manantiales y cursos de agua, reducen la geodiversidad y aumentan el riesgo de inundaciones urbanas. Los "pozos abandonados" y mal ubicados, especialmente en regiones de suelo arenoso y zonas de influencia fluvio-pluvial, contribuyen a la degradación del acuífero y la contaminación de los suelos. El estudio destaca la importancia de los servicios ecosistémicos (soporte, provisión, regulación y cultura) como esenciales para la vida humana y el equilibrio ambiental. La degradación continua de las APP y los ecosistemas fluviales demuestra la urgencia de acciones integradas de monitoreo, recuperación ambiental y educación de la población local. La incorporación de la complejidad ecológica en la planificación urbana es fundamental para revertir los servicios y garantizar la sostenibilidad del paisaje y los recursos naturales.

Palabras clave: Geodiversidad. Fisiografía fluvial. Desservicios ambientales. Conservación.

Introdução

O conceito de desserviço é fundamental para compreender os efeitos negativos das intervenções humanas sobre o equilíbrio no funcionamento dos sistemas da natureza como no caso da fisiografia fluvial da Faixa de Meandro.

Diversos estudiosos vêm desenvolvendo a definição a respeito desse termo. Neste estudo, adota-se a visão de Ferraz et al. (2019), segundo a qual os desserviços (DSE) representam uma contraposição às Funções Ecosistêmicas (FE) e seus Serviços Ecosistêmicos (SE). Enquanto estes últimos (FE/SE) geram benefícios proporcionados pelos sistemas naturais, os DSE desencadeiam processos prejudiciais devido às interferências inadequadas.

No meio rural, as ações agrícolas indevidas provocam desde a poluição (fertilizantes, venenos) até a exposição do solo pelos desmatamentos e queimadas. Situações que resultam, dentre outras, na perda de nutrientes e água, bem como a presença de espécies invasoras e proliferação de pragas. Problemas como esses, para Power (2010), representam indicativos de efeitos negativos para a atividade agrícola e respectivas FE. Essa perspectiva é reforçada por Dale e Polasky (2007), que associam os DSE aos efeitos adversos sobre as FE/SE gerados pelo cultivo na agricultura de grande escala.

A fisionomia da paisagem urbana, por sua vez, nem sempre expressa o sentimento de pertencimento das pessoas, já que sua configuração é frequentemente moldada por circunstâncias externas mais favoráveis ao mercado imobiliário e aos gestores públicos. No entendimento geral, as infraestruturas urbanas devem cumprir as leis, em específico as ambientais. Embora haja legislações de proteção ambiental, há casos de conflito entre elas. Por exemplo: o Código Florestal de 2012 estabelece normas de conservação e preservação às APP cobertas ou não de vegetação, ao mesmo tempo, permite o uso e ocupação quando for de utilidade pública. Ao que se verifica, dificilmente não ocorrerá o DSE, nessa perspectiva legalizada (MARQUES, 2023).

De modo geral, os desserviços estão fortemente relacionados às ações humanas que resultam em impactos ambientais, tais como a perda de elementos da geodiversidade por: supressão de vegetação, erosão do solo, colmatagem de cursos d'água, além de poluição atmosférica e hídrica, e exploração excessiva dos recursos naturais.

Neste contexto, o recorte deste estudo versa sobre os sistemas fluviais da Unidade Geomorfológica (UG) de Terra Firme, que atravessam pela Faixa de Meandro (FM) da Planície do rio Amazonas/UG de Várzea do rio Tarauacá-Envira. Os principais dados apresentam articulações inerentes aos Parâmetros Gerais (PG) e Específicos (PE) da Carta do Protocolo de Inventariamento Geográfico (CPIGEOG). Estes parâmetros recebem pontuações do Estado Ambiental (EA), considerando: as FE/SE, os serviços ambientais (SA), os desserviços (DSE).

O EA é pontuado de zero a 10,0, escalado na legenda da Carta do PIGEOG (Quadro 1). Em todo o estudo (dissertação: “A geodiversidade da faixa de meandro do rio Tarauacá: a paisagem da fisiografia fluvial e a relação com o uso e ocupação do solo urbano de Envira-Amazonas”) está dividida em 07 Quadros. Destes, há dois Quadros nesta abordagem. Ambos com o mesmo PG, o que difere são os PE: no Quadro 01- três PE (2.1;2.2;2.3); no Quadro 02 – um PE (2.4).

PESOS PONTUADOS	ESTADO DA PAISAGEM DOS ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE: SISTEMAS FLUVIAIS DE ENVIRA - AMAZONAS	LEGENDA
96 a 100 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia excelente(s)	
66 a 95 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia com pouca degradação	
46 a 65 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia com degradação em recuperação	
31 a 45 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia com degradação preocupante	
21 a 30 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia com degradação em risco de extinção	
11 a 20 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia extremamente degradado(s)	
00 a 10 Pontos	Estado da Paisagem da Geodiversidade: Elemento(s) da fisiografia extinto(s)	
< menor	Quanto menor for o ponto, maior é a perturbação do(s) elemento(s) da geodiversidade da paisagem	
> maior	Quanto maior for a pontuação, menor a perturbação do(s) elemento(s) da geodiversidade da paisagem	

Quadro 1 – Legenda dos Pesos e Pontuação do Estado da Paisagem da Geodiversidade

Fonte: Org.: Marques (2023) a partir de: Pacheco; Seixas; Brandão (2018; 2019); Delgado (2022); Oliveira (2022).

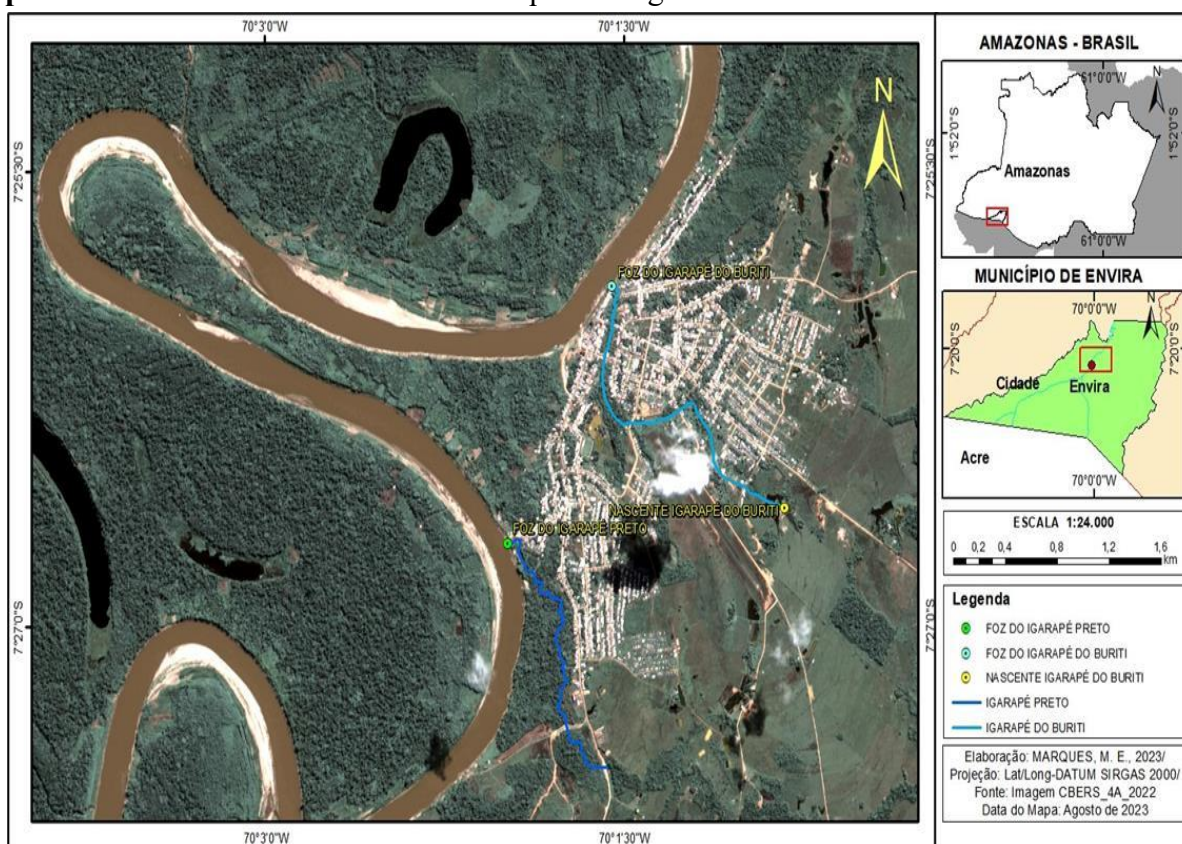
Os registros obtidos, sistematizados e analisados a seguir são advindos de trabalhos de campo realizados entre 2022 e 2023 para a pesquisa de Marques (2023) que fora finalizada e

apresentada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas.

Desserviços (DSE) nas APP da Faixa de Meandro (FM) e dos igarapés Preto e Buriti

Nesta discussão é apresentada o panorama geral de uma Faixa de Meandro (FM), cujos desserviços são de infraestruturas da cidade de Envira. O estudo registrou os impactos que estão comprometendo as funções e os respectivos serviços ecossistêmicos (FE/SE) das APP da referida FM do rio Tarauacá, sobre a qual, além de seus elementos da geomorfologia fluvial, percorrem transversalmente os sistemas fluviais da Unidade Geomorfológica (UG) da Terra Firme (Mapa 1).

Mapa 1 – Sistemas fluviais de Terra Firme que interagem na Faixa de Meandro do rio Tarauacá.



Fonte: M.E. Marques (2023).

Os rios de meandros (curvas acentuadas) na sua divagação produzem na planície aluvial as Faixas de Meandros. Nestas, ocorre o resultado da intensa dinâmica fluvial (em cada meandro há uma zona de deposição na parte convexa e, na côncava, ocorre a erosão fluvial), produzindo os meandros ativos (possuem dois “colos, esporões ou istmos”, um de cada lado, onde ocorrem os solapamentos) até serem abandonados (“meandro abandonado” e/ou “sacado”), que vão compor a FM (Christofolletti, 1981).

Assim sendo, a Faixa de Meandro constitui um elemento da geomorfologia fluvial essencial para a manutenção dos complexos ecossistemas que a integram. A FM proporciona habitat para diversas espécies de plantas e animais, além de desempenhar papel crucial na regulação do fluxo hídrico. Pelo fato dessas faixas aluviais apresentarem cristas de restingas distintas, em algumas áreas a cheia fluvial pode cobrir apenas pequenas porções, enquanto em outras a água se espalha sobre áreas mais amplas. Assim, não há um limite fixo para sua extensão, pois esta varia conforme as condições ambientais específicas. A Faixa de Meandro analisada neste estudo apresenta um meandro principal, todavia modelada pelo rio Tarauacá e pelos igarapés Preto e Buriti (Mapa 1).

A Faixa de Meandro é uma APP, pois faz parte do rio Tarauacá, resultante da dinâmica dos meandros. Nela foi edificada a sede urbana do município de Envira, e os conflitos quanto ao cumprimento da legislação ambiental e ao interesse público são de uma complexidade que só esmiuçando as leis para indicar de quem é a responsabilidade.

Segundo o atual Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012:

Art. 3º [...]

II – Área de Preservação Permanente – APP: Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

[...]

XX - área verde urbana: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais;

XXI - várzea de inundação ou planície de inundação: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas;

XXII - faixa de passagem de inundação: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente.

Essa lei do “Código Florestal” de 2012 objetiva atender ao direito fundamental de todos os brasileiros no que tange ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme garante o Art. 225 da Constituição Federal de 1988. Devendo dar ênfase às APP, cuja função é a de proteger contra processos erosivos, enchentes urbanas e outros desastres naturais. Essa proteção além de manter a paisagem natural, promove a recuperação de áreas degradadas. Assim, a ocupação irregular desses espaços não representa apenas um conflito de uso, mas também a ineficácia do cumprimento das

legislações ambientais que, embora existam são de certa maneira “insuficientes de alguma forma” para conter a expansão urbana desordenada.

No estudo de Pacheco (2013) sobre sistemas fluviais da Amazônia Ocidental há mais de uma década faz alusão quanto a existência no Brasil de leis voltadas à proteção da floresta e das águas superficiais desde a década de 1960. Verifica-se nestas mais de seis décadas em relação ao primeiro Código Florestal que persiste uma contradição: o país possui um arcabouço jurídico consolidado, mas as instituições ainda carecem de capacidade técnica para interpretar e gerir de forma eficaz as APP.

Essa problemática ocasiona outras situações (degradações ambientais) para os sistemas naturais. Desta forma, a análise das FE/SE inerente às APP é fundamental para compreender o processo de interação entre os componentes do ambiente fluvial e o EA que acarretou mudanças na fisionomia dessa paisagem pelos DSE (Quadros 2 e 3 da Carta de PIGEOP).

Pesos/Pontuações dos Parâmetros Específicos	00-10	11-20	21-30	31-45	46-65
Parâmetro Específico 2.1 - uso e ocupação do solo por Estruturas Urbanas					
2.1.1 Prédios sobre APP da FM	00				
2.1.2 Prédios sobre APP dos igarapés Buriti e Preto		12			
2.1.3 Prédios sobre APP de nascentes igarapés Buriti e Preto				45	
2.1.4 Prédios sobre APP do meandro	00				
2.1.5 Residências e atividades da agropecuária no semicírculo interno do meandro da FM		20			
Parâmetro Específico 2.2 - uso e ocupação do solo por infraestruturas urbanas sobre APP dos sistemas hidrográficos					
2.2.1 Infraestruturas urbanas sobre APP na foz dos tributários		20			
2.2.2 Infraestruturas urbanas sobre APP de nascentes		20			
2.2.3 Infraestruturas urbanas sobre APP dos rios	00				
2.2.4 Infraestrutura urbana na vertente do rio Tarauacá			30		
2.2.5 Infraestrutura urbana no semicírculo interno do meandro da FM					55
2.2.6 Escavações de tanques, balneários em APP de Nascentes		20			
2.2.7 Perfuração de Poços nas APP de nascentes			30		
2.2.8 Perfuração de Poços nas APP de rios			30		
Parâmetros Específicos 2.3 - uso e ocupação do solo os Impactos no sistema ambiental					
2.3.1 Desmatamentos das Florestas Nativas no território hidrográfico		15			
2.3.2 Degradação pelos Solos Expostos	00				

Quadro 2 – Matriz 1 da Carta de PIGEOP: Parâmetro Geral 02 - Desserviços pelo uso e ocupação do solo na Faixa de Meandro e nos igarapés Preto e Buriti. Parâmetros Específicos 2.1;2.2;2.3

Fonte: M. E. Marques (2023). Carta do PIGEOP.

No que se refere aos Parâmetros Específicos 2.1 a 2.4 (Quadros 02 e 03), as alterações no EA são preocupantes, pois a fisiografia fluvial encontra-se comprometida pela expansão urbana, tanto na foz dos tributários quanto nas nascentes e vertentes do rio Tarauacá. Grande parte dos

afluentes dos igarapés Preto e Buriti está extinta ou em risco, e o meandro da cidade, em seu semicírculo interno, apresenta um quadro de degradação em processo de recuperação.

Pesos/Pontuações dos Parâmetros Específicos	00-10	11-20	21-30	31-45
Parâmetro Específico 2.4 - uso e ocupação do solo e os impactos pelas cargas difusas e pontuais na oferta de água pelos poços domésticos				
2.4.1 Esgotos com despejos para as redes fluviais dos ig. Buriti e Preto	10			
2.4.2 Presença de residências- sobre os leitos fluviais dos ig. Buriti e Preto	10			
2.4.3 Presença de infraestruturas e balneários escavados nas APP de Nascentes				32
2.4.4 Existência de lixões de descartes domésticos (lixos) nos igarapés	00			
2.4.5 Ausência de controle de vetores e pragas urbanas				35
2.4.6 Perfuração de poços tubulares domésticos sem Licenciamento			30	
2.4.7 Ausência Tratamento de esgoto	10			
2.4.8 Fossas Sanitárias na Faixa de Meandro	00			
2.4.9 Poços domésticos próximos das residências				45
2.4.10 Poços domésticos próximos de sanitários				40
2.4.11 Poços domésticos próximos de esgotos céu aberto			30	
2.4.12 Poços abandonados tubulares da Faixa de Meandro da cidade		20		

Quadro 3 – Matriz 2 da Carta do PIGEOP: Parâmetro Geral 02 - Desserviços pelo uso e ocupação do solo na Faixa de Meandro e nos igarapés Preto e Buriti - Parâmetro Específico 2.4.

Fonte: M. E. Marques (2023). Carta do PIGEOP.

No igarapé Preto, as escavações para tanques e áreas de “banheirização”, além das perfurações de poços tubulares (domésticos/Amazonas) em APP de rios e nascentes, contribuem para a deterioração das FE/SE, colocando em risco de extinção a rede de drenagem. O igarapé do Buriti tem enfrentado diversos problemas associados ao adensamento pelo uso e ocupação do solo urbano sobre as suas APP: desmatamentos, poluição por cargas difusas, extinção de canais e nascentes, inundações urbanas, poços tubulares em desuso sem a devida vedação. Entre os igarapés da UG de Terra Firme, o igarapé Preto, embora apresente melhores condições ambientais, já demonstra sinais de extinção na sua hidrografia (nascentes e trechos de seu curso principal). Essas ingerências estão sendo comuns no Brasil. Como ressalta o estudo de Ross (1994), a apropriação de um dado território pela sociedade humana deixa marcas em um ritmo de transformação na paisagem muito mais intenso do que aquele resultante do tempo dos processos naturais.

Em condições naturais, esses cursos fluviais de UG da Terra Firme não deveriam apresentar alagamentos mesmo durante o período de cheia fluvial. A relação destes com a Faixa de Meandro é a de permitir sua divagação até desaguar no rio Tarauacá. Contudo, a pressão exercida pelo uso e ocupação do solo urbano afeta as bordas e leitos fluviais, acelerando a frequência de transbordamentos.

Esse processo expõe a fragilidade do ordenamento territorial e a ineficácia do cumprimento da legislação ambiental. Se não há normas específicas do município ou da Unidade Federada (UF) às no âmbito federal dão conta. O Código Florestal brasileiro é uma dessas leis (Lei n.º 12.651 de 2012), prevê a proteção das APP de: florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não); áreas de declividade superior a 25%; restingas e manguezais; encostas acentuadas; bem como bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45° graus. No seu Art. 4º estabelece limites de proteção de APP com a finalidade de restringir o uso direto ou predatório como é a característica do quadrante de estudo:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente:
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- [...]
- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Na Faixa de Meandro do rio Tarauacá, não está evidente como ocorre o cumprimento das exigências da lei, para a implantação de infraestruturas urbanas, balneários de lazer e outros empreendimentos, pois o EA denuncia a desconsideração dos limites das APP. Nem mesmo a faixa mínima de 30 metros a partir da calha do leito regular é respeitada pelo rigor legal. Outra situação corriqueira foi o registro sobre a ação inicial de uso e ocupação do solo, a supressão da vegetação nativa. Esta iniciativa, além de impactar as FE/SE essenciais, fragiliza o solo e intensifica os processos erosivos. Isto é explicado por Pacheco (2013, p.116): “a consequência da retirada de vegetação nas APP de rio e das nascentes favorece o desgaste do solo desnudo porque, ao receber os impactos das chuvas, libera as partículas, abrindo erosões que aumentam com o tempo”.

Nesse sentido, os DSE da zona de uso e ocupação do solo urbano incidem diretamente sobre as APP, sobretudo em razão da implantação de infraestruturas urbanas (vias públicas, indústrias, comércio, habitações, poços artesianos e tubulares domésticos), cujos efeitos negativos estão expostos na Carta de PIGEOG. No seu Quadro 2, apresenta no Parâmetro Específico 2.3, duas grandes perturbações: desmatamento das Florestas Nativas (2.3.1) e degradação do solo (2.3.2). Esses DSE implicam inclusive, em inundações urbanas, uma vez que no período das chuvas e da

cheia fluvial dos igarapés Preto e Buriti, por terem perdido FE/SE, ocorre o transbordamento, afetando parte das pessoas residentes do ponto de vista social, ambiental e sanitário.

Esses fatores repercutem no Estado Ambiental dos elementos da Geodiversidade da FM/UG de Várzea e dos igarapés Preto e Buriti de Envira (AM)/UG da Terra Firme

Impactos dos e nos poços tubulares (públicos e particulares) e o Estado Ambiental da Geodiversidade: fisiografia fluvial e o uso e ocupação do solo urbano

A base conceitual sobre a Geodiversidade se fundamenta no polonês Stefan Kozłowski. Este estudioso incluiu não apenas os sistemas naturais (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, climatológicos, biológicos), mas também as ações da sociedade humana. Em Kozłowski (2004, p. 15) está citado: as “águas superficiais e subterrâneas, solos e atmosfera (principalmente troposfera) constituem uma fonte de serviços ecossistêmicos (SE) bióticos e abióticos”. Nesse contexto, na análise da fisionomia da paisagem, não se deve dissociar os processos naturais daqueles decorrentes das atividades humanas.

Assim sendo, a água é fonte de vida e desempenha um papel essencial não apenas na manutenção das FE/SE e da vida dos seres, mas também nas atividades de uso e ocupação do solo urbano. No tópico anterior foi abordado a respeito dos sistemas fluviais da UG de Terra Firme e os DSE, indicadores dos EA graves para a zona de proteção, as APP.

Além das referidas degradações por conta dos DSE, na Faixa de Meandro (FM) de Envira devido ao adensamento humano, ocorre também a infraestrutura de poços tubulares (“Domésticos/ Amazonas”) para extração de água, sem ou com precário planejamento urbano.

A intensificação das perfurações de acordo com Marques (2023) vem acontecendo desde a década de 2000 em um processo marcado por baixa gestão urbana, porém elevada vulnerabilidade socioambiental. Na atualidade (2022-2023), se registrou 1.507 poços tubulares/domésticos instalados, sendo: 11 de propriedade a rede pública; e 1.496 de particulares. Esses poços são perfurados em profundidades que variam entre 9 metros a 85 metros. Para extração, recebem instalações de bombas elétricas injetoras e submersas, canos de PVC de diferentes espessuras.

Os poços tubulares domésticos, tanto privados quanto públicos, perfurados na área urbana distribuídos na Faixa de Meandro, apresentam impactos significativos que configuram DSE. Esses impactos decorrem não apenas da interferência direta no sistema natural, mas também da ausência de gestão adequada do saneamento básico, evidenciada nos Parâmetros Específicos 2.4 da Carta do PIGEOP.

Na FM assim como aumentou o número de poços a partir de 2014-2015, também cresceu de forma considerável o abandono dessas estruturas de captação de água (MARQUES e PACHÊCO,

2016). Neste estudo, esses casos foram classificados como” poços abandonados”, uma realidade recorrente na área urbana de Envira (Figura 1). O Estado Ambiental (EA) destes tem pontuações baixas que vai de 20 a 45 (Quadros 3 e 4: Figuras 1, 2 3).



Figura 1 – Mosaico de Desserviço: Estado ecológico, hidrológico e hidrográfico da área do igarapé do Buriti e poços abandonados e poços em funcionamento sem proteção na boca do cano. Fonte: M. E. Marques (2023).

Dentre os indicadores de abandono estão: a falta de manutenção adequada - ausência de limpeza e reparos regulares; o gosto de 'lama'; a presença de ferrugem na água; a baixa capacidade de oferta e o esgotamento sazonal, já que muitos poços captam águas da chuva e do rio Tarauacá. No período de estiagem das chuvas e vazante fluvial, a cota de nível é reduzida, pois ocorre o rebaixamento do reservatório freático, fazendo com que diversos poços fiquem sem água (Figura 2).

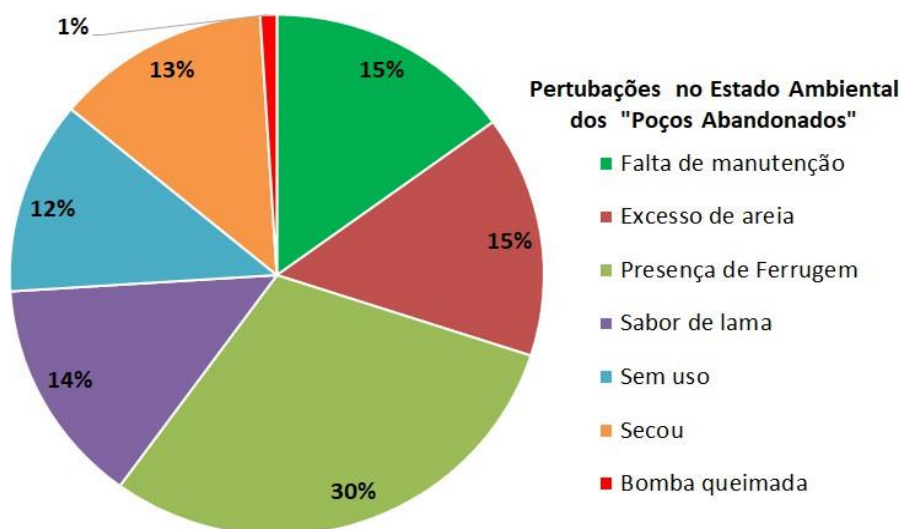


Figura 2 - Perturbações ambientais nos poços tubulares abandonados.
Fonte: M.E. Marques (2023).

A problemática dos DSE, que inclui a instalação dos poços tubulares e a falta de regulamentação, fiscalização e monitoramento, resulta no EA de descontinuidade de uso, além de muitas vezes serem abandonados sem proteção na 'boca do cano' (Figura 3).

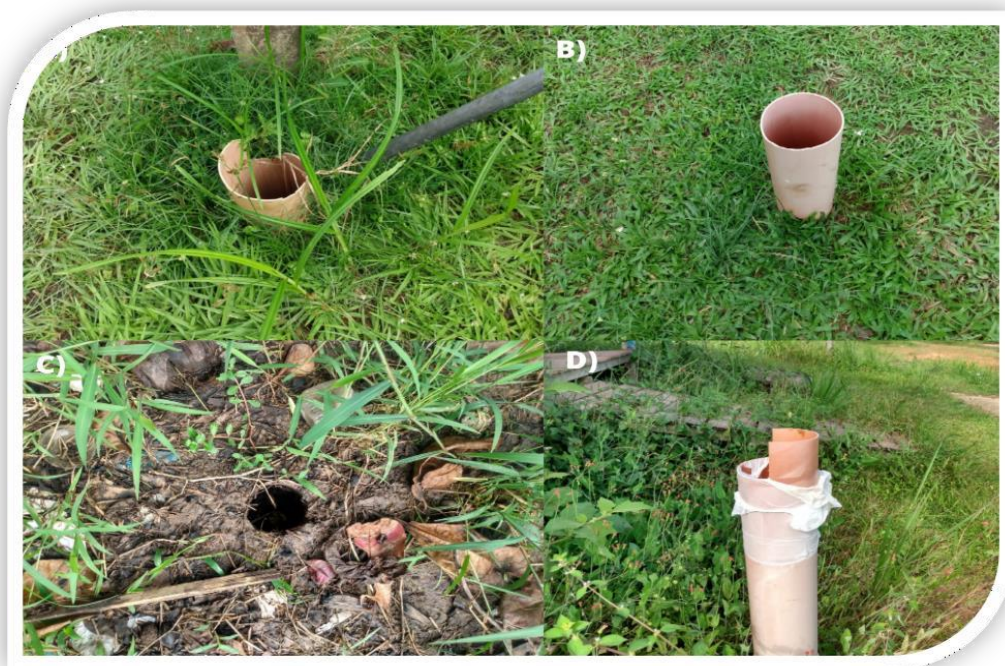


Figura 3 – Poços abandonados em estado ambiental de risco.
Fonte: M.E. Marques (2023).

O abandono dos poços sempre tem uma causa, que pode variar conforme a localização, a densidade habitacional e o poder aquisitivo das famílias, como demonstrado no gráfico das

principais motivações (Figura 2). Os bairros que apresentam maiores índices de abandono são aqueles localizados próximos às faixas justafluviais dos esporões de meandro. (Figura 4).

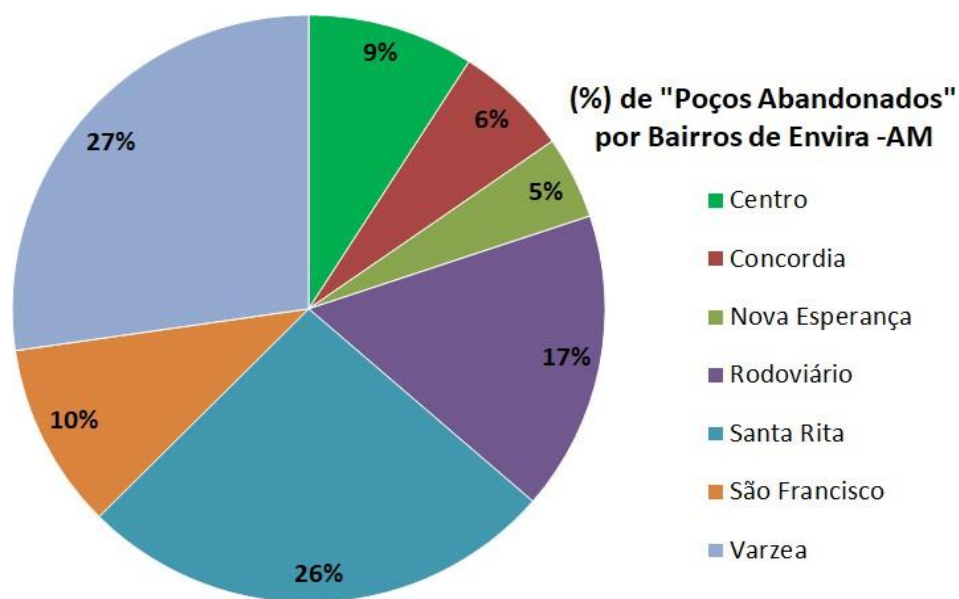


Figura 4- Poços tubulares abandonados por bairros em Envira.
Fonte: M.E. Marques (2023).

No Bairro da Várzea, por exemplo, a má qualidade da água está associada à proximidade do igarapé do Buriti, do rio Tarauacá e de um cemitério. Já no Bairro Santa Rita, a elevada concentração de poços ao longo do igarapé Preto e no colo de meandro. Este último entendido por Christofolletti (1981, p. 164) como “o esporão ou pedúnculo que separa os dois braços de uma curva meândrica, que sofrendo ação erosiva em duas frentes, a sua tendência é ser cortado”. A sua localização está a montante do rio Tarauacá.

No Bairro do Centro, a maioria dos poços abandonados está na Avenida Joaquim Borba, área antiga e influenciada por corpos hídricos. Nos bairros Rodoviário e São Francisco, a proximidade com igarapés e com o rio também compromete a qualidade da água. Em contrapartida, os bairros Concórdia e Nova Esperança apresentam boa qualidade, registrando crescimento na perfuração e baixo índice de abandono.

Nas áreas periféricas, o abandono ocorre com maior frequência, muitas vezes devido à inadequação do terreno para perfuração. As principais causas incluem ferrugem excessiva (que altera a cor e o sabor da água), falta de manutenção, presença de areia, gosto de lodo e secagem por influência flúvio-pluvial. Problemas nos equipamentos, como a queima da bomba, também contribuem, especialmente quando os proprietários não dispõem de recursos para reposição.

Grande parte dos poços capta água da zona não saturada, o que aumenta o risco de contaminação. Estudos revelam que muitas instalações não seguem normas técnicas,

comprometendo a potabilidade. Além disso, poços mal construídos e sem proteção contribuem para a poluição do solo e das águas subterrâneas. O Quadro 4 apresenta uma amostra do estado ambiental de alguns poços tubulares particulares, destacando profundidade, tipo de bomba, características da água (cor), odor e presença de sedimentos ou impurezas.

Estado Ambiental de Poços Tubulares Particulares
Poço de 42 metros de profundidade com 1 bomba elétrica submersa, localizado no bairro São Francisco, com proteção na boca do cano, devidamente protegido, longe de qualquer contaminação
Poço de 36 metros de profundidade com 1 bomba elétrica submersa, localizado no bairro da Várzea, onde a cheia do rio Tarauacá alcança sua localização com a boca do cano coberta por sacos plásticos.
Poço de 18 metros de profundidade com 2 bomba injetora, localizado no bairro da Várzea próximo as margens do rio Tarauacá, está parcialmente desativado, porque a água começou apresentar um gosto ruim e cor amarelada
Poço de 30 metros profundidade com 1 bomba submersa, localizada no bairro Santa Rita, longe do rio Tarauacá e córregos apresenta um bom estado de conservação e de água potável
Poço de 30 metros de profundidade com uma bomba submersa, localizado no bairro Nova Esperança, apresenta um bom estado de conservação, manutenção e água potável.
Poço de 18 metros de profundidade com uma bomba injetora, localizado no bairro Centro, apresenta uma água com gosto ruim e cor amarelada, não é usada para beber.
Poço de 48 metros de profundidade, localizado no bairro Nova Esperança abandonado porque a água apresentou sem gosto, (salobra).
Poço de 36 metros de profundidade, localizada no bairro Várzea (Posto Mundial) desativado porque o poço apresentou uma grande quantidade de sal.

Quadro 4 - Descrição de exemplos com o Estado Ambiental dos Poços Tubulares Particulares
Fonte: M.E. Marques (2023).

O Quadro 4 demonstra que, embora haja variação na profundidade e no tipo de equipamento utilizado nos poços, isso não assegura a qualidade da água ou a durabilidade do sistema. A presença de contaminação, alteração de cor, sabor e salinidade reforça que a simples perfuração não resolve a demanda de abastecimento doméstico. Observa-se ainda que fatores ambientais, como a proximidade de corpos hídricos, cemitérios e áreas sujeitas a cheias, são determinantes para a vulnerabilidade dos poços. Além disso, a falta de manutenção periódica agrava o problema, levando ao abandono precoce de unidades que, em muitos casos, não contam sequer com proteção mínima contra infiltrações superficiais.

O mosaico de desserviços revela a degradação elevada de elementos da geodiversidade (ecológica, hidrológica e hidrográfica) dos limites do igarapé do Buriti, marcada pela existência de poços tubulares abandonados e de poços Amazonas de oferta de água em funcionamento, sem a

devida proteção na boca do tubo e/ou cano. Essa situação expõe uma realidade preocupante, pois alguns desses poços funcionam como sumidouros de impactos ambientais, afetando a qualidade da água de outros poços próximos.

Os poços tubulares domésticos abastecem as residências, comércio e instituições, pois a maioria é particular por não ter oferta pública para toda a demanda de habitantes da Faixa de Meandro. Por outro lado, quando os poços são “abandonados” contribuem para a contaminação da água e do solo.

A Faixa de Meandro (FM) e as Funções Ecológicas (FE) e Serviços Ecológicos (SE)

As Funções Ecológicas (FE) asseguram o equilíbrio de seus SE, sendo influenciadas por fatores que compõem a Geodiversidade (solo, água, clima, floresta, geologia, hidrografia, hidrologia, fauna e sociedade humana). Especificamente sobre as FE, Ferraz *et al.* (2019, p. 21), definem "como processos interativos entre os elementos estruturais, bióticos e abióticos de um dado ecossistema".

Os serviços ecológicos são aqueles benefícios oriundos dos sistemas naturais, providos direta ou indiretamente sem a intervenção da sociedade humana. (DELGADO, 2022, p. 55).

[...] Os serviços ecológicos incluem produtos como alimentos, combustíveis e fibras; regulação de serviços como regulação climática e controle de doenças; e benefícios imateriais, como benefícios espirituais ou estéticos. (ALCAMO *et al.*, 2003. p.03).

Os SE são importantes para regular todos os componentes da Geodiversidade. As mudanças nas FE/SE afetam o sistema ambiental. Se atinge os sistemas naturais, para o bem-estar humano incide em impactos na segurança, o material básico para uma boa vida, a saúde e as relações sociais e culturais. Para Alcamo *et al.* (2003, p.05). Estes aspectos do bem-estar, por sua vez são “influenciados e têm influência nas liberdades e escolhas disponíveis às pessoas”.

Na Faixa de Meandro do rio Tarauacá, a fisionomia da paisagem atual confirma a relevância da FE/SE, apontada por Costanza (1996, p. 259), ao afirmar que "os serviços ecológicos fornecem uma parte importante da contribuição total para o bem-estar humano neste planeta". Desta maneira é importante refletir sobre o Estado Ambiental a partir das perturbações que ocorrem, a citar o caso estudado (Quadro 5).

Estado da Paisagem Adequado	Perturbações aos Serviços Ecossistêmicos
1. Proteção ambiental - A APP do meandro proporciona conservação e preservação dos elementos da Geodiversidade.	1. Uso irregular da terra - Muitas vezes, as áreas ao redor dos meandros são usadas de maneira irregular por pessoas e empresas, como jogar lixo e construir em locais impróprios o que afeta a natureza.
2. Regulação de inundações - A vegetação nativa ao longo da faixa de meandro ajuda a controlar o fluxo e volume de água, reduzindo a chance de inundações.	2. Lentidão na construção civil - As restrições relacionadas à APP podem afetar o desenvolvimento urbano, fazendo com que o processo de construção seja mais lento e/ou que haja limitações no uso de propriedades próximas às áreas de proteção.
3. Estética - A APP pode adicionar beleza cênica às áreas urbanas, oferecendo áreas verdes dentro da cidade, tornando-a mais agradável.	3. Problemas de segurança – a retirada de vegetação por corte raso das APP cria perturbações graves, pois tudo é alterado para menos. Quando em sistema fluvial produz risco de vulnerabilidade e extinção.

Quadro 05 - Função dos Serviços Ecossistêmicos nas Áreas de Preservação Permanentes
Fonte: Código Florestal (2012). Org. por M.E. Marques (2023).

A importância dos SE para a conservação dos sistemas naturais é reforçada por Delgado (2022, p. 121), que define os Serviços Ambientais (SA) como aqueles que podem ser "mitigados e/ou recepcionados com ações coletivas [...] a fim de conservar, preservar e recuperar os serviços ecossistêmicos de um dado sistema natural, como os fluviais". Reconhecer seu valor nas decisões políticas e econômicas exige investimentos em conservação, restauração e práticas sustentáveis.

Os SA, entendidos como ações mitigadoras, e os SE, resultantes dos sistemas naturais são fundamentais para a vida, beneficiando todas as espécies. Entretanto, mesmo os DSE sendo necessários à sociedade humana, principalmente em alternativas únicas para sediar infraestruturas urbanas, como é o caso da Faixa de Meandro que assenta a cidade de Envira, sem o devido planejamento, causará perturbações ambientais em ritmo mais acelerado do que, a capacidade de recomposição das FE/SE dos sistemas fluviais. O Quadro 6 exemplifica a articulação entre os SA, FE/SE e DSE no ambiente fluvial pauta desta abordagem.

SERVIÇOS AMBIENTAIS	FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	DESSERVIÇOS
▪ Controle de cheias Fluviais	▪ Provisão de recursos naturais	▪ Desmatamento
▪ Filtragem de poluentes	▪ Uso e ocupação das UG da Várzea e de Terra Firme	▪ Perda da biodiversidade
▪ Prevenção de erosão do solo	▪ Terra Firme: conservação do Latossolo Vermelho	▪ Erosão do solo
▪ Abastecimento de água	▪ Regulação do clima	▪ Colmatação de corpos hídricos
▪ Habitat para espécies aquáticas	▪ Regulação da qualidade do ar e da água	▪ Poluição do ar e da água
▪ Recreação e turismo	▪ Regulação edafoclimática	▪ Contaminação no solo
▪ Promoção da paisagem natural	▪ Fertilidade do solo e Cobertura Vegetal Eficiente	▪ Alteração no clima
▪ Fornecimento de matéria-prima	▪ Regulação do ciclo de nutrientes	▪ Perda de nutrientes
▪ Captura de carbono e regulação do clima	▪ Diversidade de espécies vegetais, animais e microrganismos	▪ Desmatamento e Queimadas
▪ Promoção de interações ecológicas	▪ Equilíbrio dos ecossistemas	▪ Produção agrícolas
	▪ Espaços e ambientes naturais para o lazer, turismo, educação, prática de atividades físicas	▪ Infraestruturas urbanas
	▪ Planície de inundação	▪ Perda da paisagem natural
	▪ Oferta de água, alimentos, madeira,	▪ Aplicações de pesticidas

Quadro 06 – Serviços Ambientais, Funções e Serviços Ecosistêmicas e os desserviços na Faixa de Meandro de Envira

Fonte: M. E. Marques (2023).

O estudo aponta que os parâmetros avaliados para os Estados Ambientais (Quadro 01) indicam a fisionomia da paisagem nas APP com baixa capacidade de ofertar FE de suporte, regulação, provisão e cultura e respectivos Serviços Ecosistêmicos. A principal causa é o uso e ocupação do solo urbano na Faixa de Meandro do rio Tarauacá. As principais consequências que indicam as perturbações ambientais e designam os EA são diversas (Figura 5):

- i. degradação nas APP de rios e de nascentes. Por ocupação irregular sobre os leitos fluviais dos igarapés Buriti e Preto; devido à existência de “lixões” próximos aos corpos hídricos; perfuração desordenada de poços tubulares;
- ii. a presença de fossas e esgotos nas proximidades dos poços domésticos ativos na oferta de água;
- iii. a potabilidade das águas impactada pelos descartes inadequados de resíduos sólidos,



Figura 5 – Proporção de domicílios por tipo de destino do descarte doméstico.
Fonte: M.E. Marques (2023).

As atividades humanas transformam a paisagem e impactam diretamente os SE e a perda de elementos da Geodiversidade: contaminação, riscos geológicos, degradação estética e funcional; fontes de poluição difusa e pontual, a exemplo dos esgotos, combustíveis e resíduos, que representam ameaças tanto à saúde pública, assim como à sustentabilidade dos recursos naturais e ao equilíbrio ecológico. O pensamento complexo de Morin (2005) é citado como referência para compreender e enfrentar tais problemas de forma integrada, articulando dimensões ambientais, sociais e territoriais.

Considerações Gerais

Nesta abordagem as categorias de análise trataram da fisionomia da paisagem atual, considerando as perturbações ambientais que qualificam para mais ou para menos o Estado Ambiental da fisiografia fluvial da Faixa de Meandro do rio Tarauacá, um dos elementos da Geodiversidade. As articulações foram realizadas a partir das Funções Ecosistêmicas e Serviços Ecosistêmicos e os Desserviços geradores de impactos nas Áreas de Preservação Permanente (APP) de rios e de nascentes.

Nesse sentido, as APP exercem papel essencial na proteção dos recursos naturais e na regulação dos sistemas fluviais. Contudo, a citada Faixa de Meandro e os sistemas que a constituem vem enfrentando uma crescente degradação com o uso e ocupação do solo urbano sem muito planejamento.

Esse processo tem intensificado com os Desserviços, reduzindo significativamente a capacidade dos ecossistemas de prover funções como qualidade da água, controle de cheias fluviais e enchentes urbanas e manutenção da Geodiversidade como um todo. A análise dos cursos d'água da FM (igarapés Buriti e Preto) revela: assoreamento, poluição, extinção de afluentes, desmatamentos, cota de água mais baixa do que a regular da época de vazante fluvial.

A substituição das paisagens naturais por infraestruturas urbana em áreas sensíveis tem reconfigurado a fisiografia, com dificuldades de regeneração ecológica e, assim ampliando os impactos ambientais. Diante desse contexto, o necessário é a adoção de políticas públicas voltadas à recuperação ambiental, ao ordenamento urbano e à proteção das APP, aliadas à promoção da educação ambiental e ao engajamento da população.

Os parâmetros da fisionomia da paisagem da Faixa de Meandro ressaltam elementos da geodiversidade, cuja abordagem central envolveu os registros aqui posto. Nesse contexto, emergiram duas questões analíticas: 1) a Geodiversidade entendida como o conjunto de elementos e fatores físicos que mantêm relações intrínsecas entre si e com a sociedade; e 2) a fisiografia fluvial do rio Tarauacá na cidade de Envira, diretamente impactada pelo uso e ocupação do solo urbano. A compreensão desses elementos insere-se na perspectiva do pensamento complexo, uma vez que o estudo da geodiversidade demanda a análise das interações entre processos naturais e ações humanas, em um sistema dinâmico e interdependente.

Referências bibliográficas

ALCAMO, J.; ASH, Neville J.; BUTLER, Colin D.; CALLICOTT, J. Baird; [et al.]. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington (D.C.): Island Press/Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2003.

BRASIL. Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 abr. 1965.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R. S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G., SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260.1997.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 300p

DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 64, n. 2, p. 286-296, 2007.

DELGADO, M. B. C. **As trilhas do espaço-tempo na paisagem das seções fluviais inferior-médio do igarapé do Quarenta: sistema hidrográfico de Educandos**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. 152 f.

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; SIMÕES, M. G.; CAMPANHA, M. M et al. Serviços ecossistêmicos: uma abordagem conceitual. In: FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M.[EE.téc]. **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília (DF):EMBRAPA/ Min. da Agric. Pec. e Abast., p.20-40, 2019.160p.

KOZLOWSKI, S. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przegląd Geologiczny**, v. 52, n. 8/2, 2004, p. 833-837,2004.

MARQUES, M. E. **A geodiversidade da faixa de meandro do Rio Tarauacá: a paisagem da fisiografia fluvial e a relação com o uso e ocupação do solo urbano de Envira-Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.214 f.

MARQUES, M. E.; PACHECO, J. B. Poços de abastecimento de água na faixa de meandro do rio Tarauacá no sudoeste do Amazonas. In: OLIVEIRA, J. A. de; NOGUEIRA, R. J. B. (orgs.). **Amazônia, território e ambiente**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2016, p.133-160.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução de Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2005. 120 p.

OLIVEIRA, J. S. **A geodiversidade e a fisionomia da paisagem da bacia de drenagem de Educandos: cursos fluviais do alto e do médio igarapé do Quarenta, no sudeste de Manaus-Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.158f.

PACHECO, J. B. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açú e Tracajá na Amazônia Ocidental**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013. 198 f.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, p. 63-74, 1994.