

Protocolo de Avaliação Rápida de Rios: estudo de caso de um trecho do rio Una - Morros, Maranhão

INTRODUÇÃO

A geomorfologia fluvial estuda as formas e os processos associados aos rios e seus sistemas de drenagem. Ela foca na compreensão das interações entre os processos hidrológicos e sedimentares que moldam os sistemas fluviais. Elementos como erosão, transporte e deposição de sedimentos são centrais para a análise geomorfológica de um rio.

Segundo Leopold, Wolman e Miller (1964), apud Christofolletti (1980), os rios são agentes dinâmicos que esculpem a paisagem terrestre, sendo influenciados por fatores como a topografia, o clima, a vegetação e a atividade humana.

Ao longo dos anos, a necessidade de encontrar respostas e possíveis soluções para questões ambientais atuais tornaram-se imprescindíveis. Dessa forma, procurou-se o desenvolver e aperfeiçoar de técnicas que pudessem solucionar questões ambientais.

O rio Una é um importante afluente do rio Munim, o qual é o canal principal de uma bacia hidrográfica situada na porção nordeste do estado do Maranhão. Essa bacia desempenha um papel fundamental no abastecimento de água e na vida das comunidades abrangidas por ela. Além de ser uma área que exerce forte atração turística em virtude da beleza cênica do rio.

A dinâmica fluvial do rio Una é marcada por elementos que moldam a paisagem do rio e das proximidades dele, gerando variações no gradiente e na largura do canal ao longo do perfil longitudinal. Segundo Silva *et al.* (2018), essas variações resultam da interação entre processos erosivos e deposicionais ao longo do tempo.

relevo e pelas características geológicas da região, configura o canal fluvial. Estudos de Carvalho *et al.* (2019) destacam que o rio Una exibe meandros, barras de areia e leques aluviais, evidenciando sua dinâmica geomorfológica complexa.

No que diz respeito à hidrologia, o rio Una é alimentado por suas nascentes e afluentes menores ao longo da bacia. O regime de chuvas na região, conforme Souza *et al.* (2017), é crucial para o fornecimento de água.

A vegetação nas margens do rio é crucial para a proteção do solo e a qualidade da água. Segundo Oliveira *et al.* (2020), áreas de mata ciliar e vegetação ripária estabilizam as margens, reduzem a erosão, filtram poluentes e oferecem habitats para a fauna local.

Existem ferramentas que auxiliam nesse processo, como o PAR-R (Protocolo de Avaliação Rápida da Resiliência de Rios), que avalia a capacidade de um ecossistema fluvial de resistir e se recuperar de distúrbios. (Menezes e Andrade.2015)

O PAR-R avalia a integridade do habitat, a diversidade biológica, a qualidade da água e a conectividade do ecossistema, identificando os pontos fortes e fracos do sistema fluvial. Esses dados gerados podem orientar medidas de conservação e restauração para aumentar a resiliência do rio (Menezes e Andrade.2015)

O Protocolo considera aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos para identificar a resiliência de um rio. Estudos como o de Davies e Jackson (2006) demonstram a eficácia da aplicação de um protocolo na identificação de áreas vulneráveis e na formulação de estratégias de manejo ambiental.

A pressão sobre os recursos hídricos nas últimas décadas traduz-se por uma série de impactos relacionados à qualidade e à disponibilidade das águas no Brasil. Os recursos hídricos, em si, possuem capacidade de diluir e assimilar a matéria orgânica decorrente da poluição disposta sobre eles, devido à atuação da microbiota presente nas águas, o que os confere a capacidade de autodepuração.

Os estudos de identificação da qualidade ambiental ou dos elementos, principalmente de corpos hídricos, vão além das análises quantitativas da água. Por isso, é levantada a sistematização das informações para avaliação das condições ambientais através do chamado Protocolo de Avaliação Rápida (PAR).

A aplicação do PAR-R envolve a avaliação de indicadores como a integridade do habitat, a diversidade biológica, a qualidade da água e a conectividade do ecossistema. Esses indicadores ajudam a identificar os pontos fortes e fracos do sistema fluvial, permitindo a implementação de medidas de conservação e restauração para aumentar a resiliência do rio. (Bizzo,2015)

O PAR-R considera aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos para determinar a resiliência de um rio. Estudos como o de Davies e Jackson (2006) demonstram a eficácia do PAR-R na identificação de áreas vulneráveis e na formulação de estratégias de manejo ambiental. Através desses fatores, estabelece-se a qualidade do ambiente fluvial (Botelho *et al.*, 2018).

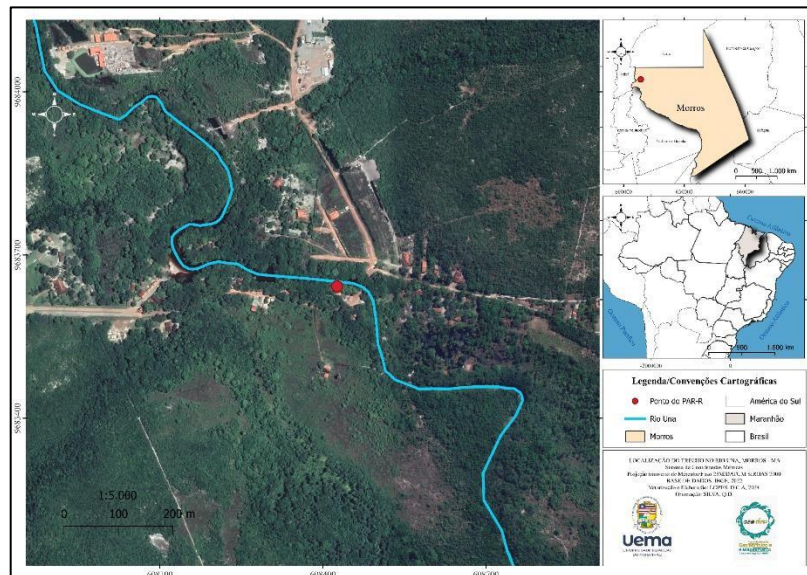
A aplicação dos métodos do PAR no Brasil foi registrada pelo trabalho de Callisto *et al.* (2001), no qual foi proposto um protocolo simplificado de avaliação da diversidade de habitats, modificado por Hannaford *et al.* (1997), afim de avaliar a diversidade de ecossistemas lóticos em quatro parques no município de Belo Horizonte.

Nos trabalhos de Carreño (2012) e Duarte (2013), foram realizadas análises físico-químicas da água, e os resultados mostraram que o PAR foi mais sensível à leitura da integridade do ambiente. Foram capazes de perceber, por exemplo, a presença de lixo sólido não degradável no fundo e nas margens dos rios, barramentos da água, construções irregulares nas áreas de preservação permanente e ainda usos no entorno com alto potencial poluidor.

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios abrange diversos elementos que participam da dinâmica do ambiente fluvial e apresenta uma abordagem sistêmica e multidisciplinar. O objetivo é avaliar o estado de integridade do ambiente fluvial, entendido como o canal, os elementos nele contidos (água, bloco, sedimentos, vegetação, fauna, elementos antrópicos) e seu entorno imediato (Botelho *et al.*, 2018).

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo detalhado sobre as características granulométricas dos sedimentos do Rio Una, a dinâmica dos sedimentos suspensos e a aplicação do PAR-R em um trecho do rio. Através desta análise, busca-se contribuir para o entendimento dos processos geomorfológicos e hidrológicos que influenciam a bacia hidrográfica, fornecendo subsídios para a gestão sustentável e a preservação ambiental dessa região.

Mapa 1 – Localização do trecho no rio Una, Morros, Maranhão



METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

O presente trabalho foi desenvolvido em duas etapas: etapa de gabinete e trabalho de campo. As etapas serão descritas a seguir:

Na etapa de gabinete, foi realizado levantamento bibliográfico e cartográfico. O levantamento bibliográfico ocorreu por meio de artigos, monografias, dissertações e teses referente à temática; no levantamento cartográfico, foi preciso baixar dados do tipo *shapefiles*, coletado no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para elaboração do mapa de localização da área de estudo.

A segunda etapa foi o trabalho de campo que ocorreu no dia 18.06.24 em alguns trechos no Rio Una. A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR-R), no trecho conhecido como Prainha, um balneário ao longo do Rio Una. Apesar da visita em outro trecho, mais a montante, optou-se pela aplicação em apenas um trecho do rio, pelo quantitativo de pessoas e usos naquele ponto.

Para aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR-R), foi escolhido o protocolo proposto por Botelho *et al.*, 2018, detalhado nos Quadro 1.

Quadro 1 - Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR-R)

Parâmetro 1: Substrato e/ou habitat disponível																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
Mais de 70% do trecho avaliado apresenta substrato favorável à colonização da epifauna e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios e peixes. Observa-se também uma mistura de galhos, margens escavadas, seixos ou outros <i>habitats</i> disponíveis					De 50 a 70% do trecho avaliado apresenta substratos apropriados à colonização e manutenção da epifauna. Existem substratos adicionais aptos à colonização, como por exemplo, troncos ou galhos inclinados sobre o curso d'água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.					Entre 21 a 50% do trecho avaliado apresenta habitats estáveis mesclados, apropriados à colonização de espécies aquáticas. Pode haver trechos em que a velocidade da água não permite a estabilização dos substratos que podem ser algumas vezes removidos.					A falta de <i>habitats</i> é óbvia, ou mais de 80% do trecho avaliado apresenta habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de cascalhos seixos rolados ou vegetação aquática.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Parâmetro 2: Soterramento																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
Cascalhos, blocos, matacões têm menos de 20% de suas superfícies cobertas por sedimento fino. As camadas de blocos fornecem grande diversidade de nichos.					Cascalhos, blocos, matacões têm de 20 a 40% de suas áreas superficiais cobertas por sedimentos finos.					Cascalhos, blocos, matacões têm de 60 a 80% de suas áreas superficiais cobertas por sedimentos finos.					Cascalhos, blocos, matacões têm mais de 80% de suas áreas superficiais cobertas por sedimento fino.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 3: Regimes de velocidade/profundidade

ÓTIMA					BOA					REGULAR										
Estão presentes pelo menos dois regimes de velocidade/profundidade. Com presença obrigatória do regime RÁPIDO/RASO.					Presença de 2 regimes com ausência do regime RÁPIDO/RASO.					Dominância de apenas um dos regimes existentes. Se prevalecer o regime do tipo LENTO, a pontuação deve ser menor.										
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 4: Deposição de sedimentos

ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
Ausência ou pequenas ilhas ou barras fluviais. Menos de 5% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos.					Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimento fino. De 5 a 30% do fundo é afetado pela deposição, e nos poços a deposição é fraca.					Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino em barras (recentes ou antigas). De 30 a 50% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos. Nos poços a deposição é moderada.					Elevada deposição de material fino e aumento no desenvolvimento de barras. Mais de 50% do fundo é afetado pela deposição, não sendo possível observar quase nenhum poço devido à substancial deposição nos mesmos.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 5: Condições de escoamento no canal

ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
A água atinge a base inferior de ambas as margens e há uma quantidade mínima de substratos expostos.					A água preenche mais de 75% do canal e menos de 25% de substratos estão expostos.					A água preenche entre 25 e 75% do canal, e/ou a maioria dos substratos das corredeiras estão expostos.					Pouquíssima água no canal, sendo a maioria de água parada em poças.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 6: Alterações no canal

ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
Ausência ou mínima presença de pequenas canalizações e dragagens. O curso d'água segue com padrão natural.					Presença de alguma canalização, em geral em áreas para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes.					Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens, enrocamentos ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. De 40 a 60% do canal se encontra canalizado ou com rupturas.					Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens, enrocamentos ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. De 40 a 60% do canal se encontra canalizado ou com rupturas.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 7: Frequência de corredeiras

ÓTIMA					BOA					REGULAR					RUIM					
Ocorrência frequente de corredeiras. Entre as corredeiras há formação de pequenos remansos ou poços, com aumento significativo da qualidade de <i>habitats</i> .					As corredeiras são frequentes, porém não há condições favoráveis à presença de <i>habitats</i> diversificados.					Em geral toda a superfície da água é plana ou com corredeiras rasas, pobreza de <i>habitats</i> .					Rara presença de corredeiras. Na maior parte do trecho a água encontra-se parada em poços.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 8: Estabilidade das margens											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			RUIM		
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens: pouco potencial para problemas futuros. Menos de 5% da extensão das margens encontram-se afetadas.			Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosão cicatrizadas e de 5 a 30% da extensão das margens apresentam-se erodidas.			Margens moderadamente instáveis. De 30 a 60% da extensão das margens apresenta-se erodida e o potencial à erosão é alto durante as cheias.			Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas. Em termos relativos, de 60 a 100% da extensão das margens apresenta-se erodida.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Parâmetro 9: Proteção das margens pela vegetação											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			RUIM		
Mais de 90% da superfície das margens e zona ripária é coberta por vegetação florestal. Ausência de áreas de cultivo (agricultura) ou áreas de pastagens. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.			De 70 a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação florestal, não sendo observadas grandes descontinuidades. Mínima evidência de campos de cultivo ou áreas de pastagens.			De 50 a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo manchas onde de solo exposto. Locais de agricultura ou pastagens são observados.			Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Parâmetro 10: Estado de conservação da vegetação do entorno											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			RUIM		
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação, não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas.			A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo, está bem preservada. Mínima evidência de impactos causados por atividades humanas			A vegetação presente é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas.			A vegetação do entorno é praticamente inexistente e o solo está exposto às intempéries naturais. Atividades humanas como queimadas e desmatamentos são evidentes.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Parâmetro 11: Aspectos da água											
COR	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ODOR	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Fonte: Botelho *et al.*, 2018

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do PAR no trecho do rio Una revelou aspectos importantes de cunho ambiental, especialmente na perspectiva do gerenciamento dos recursos hídricos. Foram avaliados os parâmetros do ambiente para identificar as potencialidades, ressaltando aspectos uso e cobertura do solo.

No trecho em questão, há uma relativa estabilidade na fauna e flora. No entanto, por ser uma área de lazer, há uma grande movimentação de pessoas, e a falta de cuidado com o local é evidente: lixos e resíduos foram encontrados na margem direita.

No ponto de aplicação do PAR, localizado no Balneário, observou-se uma inversão nas margens erosivas e deposicionais do rio. Esse fenômeno pode ser explicado pelo comportamento da corrente fluvial e pela geomorfologia do trecho em questão. Em rios meandrantos, a água flui com maior velocidade na parte externa das curvas, o que causa um processo de erosão mais intenso nessas áreas. Encontrou-se vegetação de mata ciliar na margem direita e em alguns trechos na margem esquerda.

O leito é parcialmente coberto por vegetação, águas e sedimentos não aparentam odor específico, nem oleosidade, sendo o fundo composto por cascalhos e sedimentos menores. É possível verificar obras de contenção de erosão na margem esquerda (Figura 1).

Figura 1 – Obras de Contenção de erosão na margem esquerda do canal



Na aplicação do PAR, o local obteve uma pontuação total de 9,90, o que representa uma média considerada baixa ou regular. Embora não seja uma área totalmente urbanizada, o canal recebe um grande fluxo de pessoas, especialmente em períodos como férias e final de ano, quando esse número aumenta significativamente.



Parâmetros		Pontos
Parâmetro 1		16
Parâmetro 2		15
Parâmetro 3		16
Parâmetro 4		14
Parâmetro 5		14
Parâmetro 6		10
Parâmetro 7		8
Parâmetro 8	MD	8
	ME	5
Parâmetro 9	MD	7
	ME	2
Parâmetro 10	MD	6
	ME	1
Parâmetro 11	ODOR	9
	COR	7
Média		12,54

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do PAR, foi possível realizar uma análise mais prática e dinâmica, abordando parâmetros de vida naquele habitat. O método é simples e de baixo custo. Os resultados oferecem uma visão geral da qualidade ambiental, que pode ser utilizada de forma rápida e econômica.

Devido à interferência humana nas estruturas do ambiente analisado, pode-se concluir que a geomorfologia fluvial está em constante transformação, resultando em mudanças contínuas na paisagem. Fenômenos naturais, como chuvas e ventos, que podem alterar o aspecto visual do canal observado, o ser humano também tem afetado a qualidade do rio, revelando impactos ambientais e socioeconômicos.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial; Impacto ambiental, Interferência humana, Recursos hídricos, Conservar.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, C. R. et al. Inclusão e escolarização: múltiplas perspectivas. 2 ed. Porto Alegre: Mediação, 2015.

Botelho, R. G. M., et al. Protocolo de Avaliação Rápida (PAR): o método e suas aplicações. in: Análise ambiental e gestão do território: contribuições teóricometodológicas. Fabio Giusti Azevedo de Britto, Letícia de Carvalho Giannella, Rogério dos Santos Seabra (org.). - Rio de Janeiro: IBGE, 2018, p. 217-267

BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001. Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de setembro de 2001. Seção IE, p. 39-40. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

Rodrigues, S. C., & Silva, R. E. (2020). AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA CRIAÇÃO DE CANAIS ARTIFICIAIS SOBRE A DINÂMICA DAS VAZÕES E SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA: EVALUATION OF IMPACTS ON THE CREATION OF ARTIFICIAL CHANNELS ON THE DYNAMICS OF FLOWS AND SUSPENDED SEDIMENTS IN A HYDROGRAPHIC BASIN. Boletim Goiano de Geografia, 40(01), 1-34.

Torres, G. N. (2017). Distribuição de partículas e retenção de água em solos arenosos do estado de Mato Grosso.