

APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO CANAL DE TRANSPOSIÇÃO DO AÇUDE ORÓS AO AÇUDE LIMA CAMPOS, EM ORÓS / ICÓ - CE.

Homelhan de Lima Barbosa¹
John Hebert da Silva Félix²

RESUMO

Os recursos hídricos são fundamentais para manutenção das atividades humanas, apesar disso sua disponibilidade está em risco em função das práticas que comprometem seu uso sustentável. Nesse cenário, gerenciar adequadamente esses recursos é fundamental para garantir a conservação de sua qualidade com vistas a usos atuais e futuros. Conseqüentemente, é necessário dispor de ferramentas adequadas para avaliar a qualidade ambiental e os impactos sobre os recursos hídricos. Portanto, o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) pode ser usado como ferramenta de avaliação e monitoramento ambiental de aspectos físicos e biológicos dos corpos hídricos. Nesse sentido, um PAR foi usado para avaliar a degradação ambiental do Canal de Transposição das águas do Açude Orós para o Açude Lima Campos no Ceará. Através da observação da ocorrência de quinze parâmetros, foram avaliados nove trechos do curso d'água, com o intuito de constatar o nível de degradação do Canal. Após a análise, destacam-se como atividades impactantes: o lazer associado à construção de bares nas margens do curso d'água, mas principalmente as atividades agrícolas que desmatam as margens para implantação de pasto. De um modo geral, a qualidade ambiental do Canal pode ser considerada boa (alterado), pois dos nove trechos avaliados, sete trechos encontravam-se em boas condições e dois em estado intermediário (impactado).

Palavras-chave: Canal de transposição; recursos hídricos no semiárido; Protocolo de Avaliação Rápida; avaliação ambiental.

¹ Discente da Especialização em Gestão de Recursos Hídricos Ambientais e Energéticos, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB); homelhan@hotmail.com.

² Docente do Programa de Pós-graduação, PGEA da UNILAB; johnfelix@unilab.edu.br.

ABSTRACT

Water resources are fundamental for maintaining human activities, despite this, their availability is at risk due to practices that compromise their sustainable use. In this scenario, properly managing these resources is essential to ensure the conservation of their quality for current and future uses. Consequently, it is necessary to have adequate tools to assess environmental quality and impacts on water resources. Therefore, the Rapid Assessment Protocol (PAR) can be used as a tool for environmental assessment and monitoring of physical and biological aspects of water bodies. In this sense, a PAR was used to evaluate the environmental degradation of the Water Transposition Canal from the Orós Reservoir to the Lima Campos Reservoir in Ceará. By observing the occurrence of fifteen parameters, nine sections of the watercourse were evaluated, with the aim of verifying the level of degradation of the Canal. After the analysis, the following stand out as impactful activities: leisure associated with the construction of bars on the banks of the watercourse, but mainly agricultural activities that deforest the banks for the establishment of pasture. In general, the environmental quality of the Canal can be considered good (altered), as of the nine sections evaluated, seven sections were in good condition and two were in an intermediate state (impacted).

Keywords: Transposition canal, water resources in the semi-arid region, Rapid Assessment Protocol, environmental assessment.

1 INTRODUÇÃO

A constante ameaça de perda da biodiversidade em função da destruição de habitats, somada às alterações na ecologia dos ecossistemas em decorrência das ações humanas mal planejadas e inconsequentes, podem ser caracterizadas como atos e omissões das civilizações que desconsideram os limites dos recursos ambientais. Esse comportamento tem levado à ocupação inadequada das bacias hidrográficas com consequente modificação das características físico-químicas dos cursos d'água, impactando a dinâmica fluvial e a manutenção da estabilidade das margens dos recursos hídricos, comprometendo assim as boas condições ecológicas e a busca pela saudável qualidade de vida (Peracelli; Aquino; Oliveira, 2024).

A fim de reduzir os prognósticos desafiadores neste cenário, encontram-se dentre os objetivos do desenvolvimento sustentável a busca pela gestão sustentável dos recursos hídricos com saneamento para todos. Consequentemente a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos estabelecidos na legislação, em particular o planejamento de bacias, é fundamental para auxiliar na busca de um adequado desenvolvimento socioeconômico (Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada, 2024).

Ampliando a dificuldade para o cumprimento dessa agenda, o uso intensivo de fertilizantes para aumentar a produção agrícola, a remoção das matas ciliares para a produção agropecuária e a ocupação dessas áreas próximas aos recursos hídricos têm gerado impactos ecológicos, especialmente quando resíduos das atividades humanas são levados para os cursos d'água, afetando o equilíbrio dos ecossistemas fluviais. Essa situação reforça a necessidade de monitorar as alterações ambientais e seus efeitos sobre esses ambientes (Rodrigues *et al.*, 2012).

Nas áreas urbanas, por exemplo, os cursos d'água são impactados pela ocupação de suas margens. Tal prática ignora a necessidade de manutenção das Áreas de Preservação Permanentes (APP) que passam a ser ocupadas por uma diversidade de atividades humanas que desrespeitam a legislação ambiental em geral (Dias; Borges; Santos, 2024), especialmente o Código Florestal Brasileiro e as normas de usos e ocupação do solo.

Ao passo que a degradação dos recursos hídricos tem suscitado a necessidade de mudanças nas leis, nas instituições e no conjunto da sociedade, em relação a necessidade de métodos eficientes para avaliar o impacto ambiental e auxiliar na gestão desses recursos. Tradicionalmente, o monitoramento da qualidade dos rios é feito por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas, úteis para determinar a potabilidade e a qualidade da água para consumo humano, mas é necessária uma análise conjunta de metodologias com vistas a também considerar a configuração física do corpo hídrico e de seu entorno (Rodrigues; Castro, 2008).

Já na própria Lei das Águas, Lei Nº 9.433 de 1997, buscou-se regulamentar a gestão dos recursos hídricos através da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos na qual estabeleceu-se uma série de instrumentos de gestão. Cada qual utilizado segundo seu objetivo específico e abrangência do escopo definidos em seu planejamento, tais como: planos de recursos hídricos; enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes; outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; cobrança pelo uso de recursos hídricos; compensação a municípios; e sistema de informações sobre recursos hídricos (Brasil, 1997).

Para implementação de cada instrumento de gestão existe a possibilidade, como subsídio à tomada de decisão, o uso de métodos que funcionam como ferramentas de avaliação da situação ambiental encontrada. Na gestão de bacias hidrográficas, por exemplo, é necessário haver informações qualificadas que reflitam a situação real observada, considerando a diversidade dos sistemas hídricos existentes (Rosa; Magalhães Jr., 2019).

Pois, a influência sobre a saúde dos ecossistemas aquáticos envolve componentes e processos mais abrangentes do que uma análise restrita à água. Portanto, para compreender a qualidade global do sistema, é essencial realizar uma avaliação que integre todos os fatores ecológicos, assim como também aspectos físicos do ecossistema. Essa análise deve incluir não apenas as características que definem a qualidade da água, mas também as que influenciam o ambiente como um todo (Rodrigues; Castro, 2008).

Dessa forma, há uma crescente necessidade de monitorar as mudanças ambientais e seus impactos nos ecossistemas fluviais. Estando em destaque a importância da avaliação ambiental fluvial como ferramenta de análise abrangente da qualidade desses sistemas. Dentre os métodos utilizados, o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) se destaca por fornecer diagnósticos qualitativos de forma prática, simples e eficiente, auxiliando no monitoramento contínuo dos recursos hídricos (Miranda; Botzelli; Pamplin, 2021).

O Protocolo de Avaliação Rápida foi desenvolvido na busca por uma nova metodologia adequada para avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos. Seu histórico remonta a década de 1980, quando a Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) começou os estudos complementares sobre a qualidade das águas superficiais que culminou em relatório com recomendações para promover mudanças que julgou necessárias nos programas de monitoramento. Entre as sugestões, destacou-se a reestruturação dos programas existentes e a criação de um guia de avaliação ambiental que fosse de baixo custo e eficiente na identificação da degradação ambiental. Esses estudos deram origem aos protocolos de avaliação rápida, desenvolvidos para fornecer dados essenciais sobre a vida aquática, com vistas a auxiliar na

gestão de recursos hídricos e na avaliação da qualidade da água (Rodrigues; Castro, 2008; Peracelli; Aquino; Oliveira, 2024).

Os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR) são ferramentas destinadas à análise qualitativa de sistemas hídricos superficiais e dos ecossistemas associados. Por meio de *checklists*, que avaliam parâmetros específicos, é possível obter uma pontuação que busca refletir o estado de conservação dos corpos hídricos. Esses protocolos são adaptáveis às características particulares de cada ecossistema fluvial, como vegetação, clima, solo e relevo. Além disso, podem ser aplicados tanto por profissionais experientes quanto por estudantes e voluntários, desde que recebam treinamento adequado para garantir a eficácia do diagnóstico (Bizzo; Menezes; Andrade, 2014).

Em uma abordagem voltada para o contexto urbano, Belizário (2016) defende que a análise dos corpos hídricos das bacias hidrográficas é de extrema importância, pois as alterações neles observadas refletem os impactos ambientais ocorridos em seu entorno. São importantes investigações detalhadas para identificar e compreender os efeitos da dinâmica urbana sobre os processos que resultam em degradação ambiental desses corpos d'água.

O trabalho de Peracelli, Aquino e Oliveira (2024) sobre o PAR compilou uma série de artigos científicos organizados com base no ecossistema em que o corpo hídrico analisado estava localizado. Dos trabalhos listados pelos autores nenhum foi desenvolvido no ecossistema da Caatinga. Corrigindo essa lacuna, cita-se o trabalho de Sousa et al. (2021) cujo estudo adaptou e aplicou um PAR, entre outubro de 2017 e setembro de 2018, com o intuito de avaliar o estado de conservação de rios no semiárido Piauiense. Dessa forma, considerou-se os diferentes usos dos recursos hídricos pela população e as condições ambientais características da região, especialmente com a intenção de observar os efeitos do período de estiagem e do período de chuvas sobre a qualidade ambiental da área estudada.

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é o uso de um Protocolo de Avaliação Rápida adaptado como uma metodologia de avaliação ambiental de um corpo hídrico que liga dois mananciais localizados no semiárido cearense, com o intuito de analisar a degradação ambiental desse curso d'água que funciona como canal de transposição das águas do Açude Orós ao Açude Lima Campos – Icó/CE.

É importante mencionar que o corpo hídrico a ser analisado constitui importante manancial para a região, pois além da função de perenizar o açude Lima Campos, importante manancial do município de Icó, também é responsável pelo abastecimento de água dos distritos de Guassussê e Igarói no município de Orós, sendo também a principal fonte de água para as atividades agrícolas localizadas às suas margens.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os sistemas fluviais desempenham um papel essencial em processos ambientais e atividades socioeconômicas, como: o ciclo hidrológico, o transporte de sedimentos, a regulação dos ecossistemas e o abastecimento de água. No entanto, esses mananciais são frequentemente impactados por atividades humanas que podem alterar sua dinâmica hidromorfológica e comprometer sua qualidade ambiental. Além de sofrerem intervenções diretas, os cursos d'água refletem as condições de suas bacias hidrográficas, mostrando estados de preservação ou manipulação, dessa forma propagando efeitos negativos à jusante (Rosa; Magalhães Jr., 2019).

A condução de avaliações ambientais e o monitoramento contínuo de cursos d'água em diferentes contextos são essenciais para a detecção precoce de impactos que possam gerar danos graves e irreversíveis aos ecossistemas. No entanto, é crucial que os instrumentos utilizados nessas análises sejam suficientemente sensíveis para identificar pequenas alterações nas condições naturais desses ambientes, além de apresentarem confiabilidade e legitimidade. Caso esses instrumentos sejam capazes de registrar apenas impactos intensos ou em estágios avançados, sua aplicação pode ser considerada ineficiente (Rodrigues *et al.*, 2012).

Afim de suprir uma demanda da gestão de sistemas de recursos hídricos por uma metodologia de avaliação qualitativa, simples, rápida e de baixo custo, os PARs foram concebidos e utilizados a partir da década de 1980 (Rodrigues; Castro, 2008; Vargas; Ferreira Jr., 2011; Castelo Branco Jr., 2020; Peracelli; Aquino; Oliveira, 2024).

O PAR se caracteriza por uma metodologia de avaliação que consiste na inspeção visual, *in situ*, do ambiente (Vargas; Ferreira Jr., 2011). Portanto, trata-se de uma avaliação qualitativa realizada através de uma análise macroscópica integrada (Rodrigues; Castro, 2008; Rodrigues, *et al.*, 2012; Rezende; Luca, 2017; Miranda *et al.*, 2021) do ecossistema, baseada na observação direta de uma série de parâmetros físicos e/ou biológicos previamente definidos, com o objetivo de atribuir uma classificação ao estado do ambiente. As notas atribuídas a cada parâmetro avaliado refletem a qualidade do sistema: os resultados mais altos indicam um bom nível de conservação, enquanto os mais baixos apontam para condições de degradação (Rosa; Magalhães Jr., 2019).

A metodologia de aplicação do PAR se propõe a ser uma ferramenta simples, flexível, adaptável e de baixo custo (Oliveira; Veloso; Rossoni, 2021). Essas características qualificam o PAR como metodologia qualitativa de avaliação visual do ambiente físico do corpo hídrico e alguns de seus aspectos biológicos. É uma metodologia apta a ser aplicada a uma diversidade de ambientes, situações, públicos e contextos.

2.1 ADAPTAÇÃO E FLEXIBILIDADE

A revisão dessa temática nos indica o potencial de adaptação e flexibilidade do PAR às mais variadas situações. A grande maioria dos trabalhos, por exemplo, são adaptações da metodologia aplicada por Callisto *et al.* (2002), que por sua vez menciona ser uma adaptação dos protocolos desenvolvidos por Hannaford *et al.* (1997) e Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (1997).

A seguir alguns dos trabalhos que utilizaram o PAR aplicado por Callisto *et al.*, ou uma variação deste: Vargas e Ferreira Jr. (2011); Rezende e Luca (2017); Rosa e Magalhães Jr. (2019); Castelo Branco Jr. *et al.* (2020); Oliveira, Veloso e Rossoni (2021); Miranda, Botzelli e Pamplin (2021); Rocha, Barroso e Rubim (2024); e Dias *et al.* (2024).

Por conseguinte, é importante ressaltar que os PARs não devem ser tratados como documentos/ferramentas fixas ou definitivas (Rosa; Magalhães Jr., 2019; Rodrigues *et al.*, (2012). Nesse sentido, Rosa e Magalhães Jr. (2019) argumentam que eles podem ser ajustados e complementados para atender às particularidades regionais e locais, considerando que as características dos corpos d'água são influenciadas por fatores como clima, relevo, geologia e formas de uso e ocupação do solo. Portanto, com as adaptações adequadas, os protocolos podem ser aplicados a qualquer momento.

Rodrigues *et al.* (2012, p. 231), por exemplo, mencionam que “a construção/adaptação dos PARs deve ser um processo contínuo de ajustes e aprimoramentos”. Com esse entendimento, os autores adequaram e avaliaram a aplicação de um PAR na bacia do Rio Gualaxo do Norte em Minas Gerais. No estudo, consideraram necessária a realização de ajustes nos parâmetros avaliados, nas suas pontuações e na descrição desses indicadores de modo que se diminua a subjetividade da avaliação *in situ*.

Nesse sentido, a definição dos parâmetros a serem aplicados em cada protocolo deve ser orientada pelo objetivo principal do monitoramento. Assim, em avaliações que enfocam os aspectos físicos do habitat é indicado trabalhar com partes associadas à geomorfologia, ecomorfologia, hidrologia e sedimentologia. Já nas propostas que utilizam bioindicadores para verificar a qualidade da água, é fundamental incluir parâmetros que abordem os aspectos biológicos e ecológicos (Rodrigues; Castro, 2008).

Por fim, menciona-se que os PARs ainda podem ser adaptados para serem utilizados no contexto da educação ambiental informal e formal em todos os níveis de ensino, conforme os trabalhos de: Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Marcionilio *et al.* (2020); Campos, Nucci e Oliveira (2021); e Pontini e Coelho (2024).

2.2 O PAR: OBJETIVOS E POTENCIALIDADES

Em relação aos objetivos dessa ferramenta, pode-se concluir que os PARs são projetados para apoiar a caracterização e o diagnóstico ambiental de cursos d'água por meio da análise de parâmetros ambientais macroscópicos preestabelecidos. Esses instrumentos foram elaborados com o propósito de facilitar a caracterização e o monitoramento ambiental de sistemas fluviais, utilizando informações qualitativas do ambiente e avaliando a relação dessas com os estados de degradação da área avaliada (Rosa; Magalhães Jr., 2019).

Nesse mesmo sentido, Vargas e Ferreira Jr. (2011) indicaram que PARs são ferramentas que constituem uma abordagem integrada para análise de ecossistemas lóticos. Baseiam-se em uma metodologia prática, simples e rápida, que, por meio de uma inspeção visual, identifica as características do habitat para avaliar a qualidade ambiental. Para os autores, essa abordagem complementa ou substitui os indicadores obtidos por análises tradicionais de qualidade da água, como as análises físico-químicas.

Peracelli, Aquino e Oliveira (2024) concordam sobre os objetivos e funcionalidades do PAR mencionadas até aqui, mas por outro lado indicam essa metodologia como uma avaliação complementar às metodologias tradicionais, pois, para esses autores os PARs são instrumentos úteis para detectar alterações nos atributos físicos dos habitats aquáticos, como o substrato do leito, a estabilidade das margens, a qualidade das áreas de remanso e a vegetação marginal, complementando os indicadores físicos, químicos e biológicos e oferecendo uma maneira rápida e eficiente de analisar os recursos hídricos, permitindo a identificação precoce de impactos ambientais.

Portanto, os protocolos de avaliação rápida de rios são ferramentas complementares para monitorar ecossistemas fluviais, auxiliando órgãos gestores na conservação dos recursos hídricos. Além da qualidade da água, avaliam condições físicas do corpo d'água e do entorno, oferecendo uma visão mais abrangente do estado ambiental (Rodrigues; Castro, 2008).

Ainda em relação às potencialidades do PAR, o trabalho de Dias *et al.* (2024) reforça a combinação dessa ferramenta com outras. No estudo, os autores concluíram que a combinação do PAR com o Avaliação Ecológica Rápida (AER) da flora funcionou como métodos complementares de baixo custo e aplicação rápida, que permitiram observações valiosas da ecologia local. Para os autores, esses instrumentos ajudariam os governos municipais a monitorar e requalificar microbacias urbanas, além de orientar medidas de recuperação e educação ambiental.

Corroborando com o potencial desta metodologia em relação a possibilidade de seu uso

pela administração municipal, em função do contexto dos municípios de pequeno porte, por exemplo, aqueles com recursos humanos limitados e orçamentos reduzidos, Castelo Branco Jr. *et al.* (2020) validou o PAR como ferramenta de diagnóstico ambiental para planejar e monitorar ações de recuperação de áreas degradadas e conservação dos recursos hídricos. Os autores ainda sugeriram que a ferramenta possibilita a criação de um ranking de cursos d'água ou trechos prioritários para receber ações de recuperação ambiental, assim como o monitoramento dos resultados das ações implementadas. Para esses autores, nos municípios mais carentes, especialmente em municípios de pequeno porte, o mapeamento de prioridades torna-se uma ferramenta estratégica para o planejamento e a execução dos planos voltados para a gestão dos recursos hídricos municipais.

Nesse sentido, Oliveira, Veloso e Rossoni (2021) citam o PAR como uma opção economicamente acessível para o monitoramento ambiental, podendo ser adotado por órgãos ambientais. E assim, mesmo indiretamente, contribuir para o planejamento territorial, ao fornecer informações essenciais sobre como o ambiente responde às intervenções humanas de acordo com as limitações ambientais locais em função dos usos pretendidos.

O monitoramento ambiental também inclui a participação da sociedade civil, considerando a facilidade de aplicação dessa ferramenta. Rodrigues e Castro (2008) defendem que os PARs possam ser utilizados pela comunidade, transformando-a em um agente ativo no gerenciamento ambiental. Essa participação fortalece a gestão ambiental e destaca a importância da interação entre a sociedade, ecossistema e administração pública. Pois, para os autores, já que os PARs não exigem especialistas para sua aplicação, mas apenas pessoas treinadas, sendo assim os membros da comunidade podem atuar como avaliadores. E com base nas informações coletadas, somadas aos dados analisados por profissionais, a sociedade pode alcançar uma compreensão mais ampla dos fatores/aspectos ambientais que causam os impactos negativos com poder de moldar a realidade à sua volta. Especialmente em relação aos recursos hídricos, permitindo que possam, assim, opinar com propriedade sobre a necessidade e efetividade das políticas públicas elaboradas pelos gestores e governantes.

Uma forma de envolver a sociedade nas ações voltadas a manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado é através da sensibilização proporcionada pela Educação Ambiental. Neste sentido os trabalhos de: Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Marcionilio *et al.* (2020) e Campos, Nucci e Oliveira (2021) demonstram a possibilidade do uso do PAR como uma metodologia ativa no ensino de Educação Ambiental.

No ensino fundamental, os autores Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) inseriram o PAR em uma oficina de monitoramento ambiental oferecida a 95 alunos (6º, 7º, 8º e 9º anos),

em duas instituições de ensino de Ipameri, GO. Neste trabalho, os autores concluíram que o uso do PAR em projetos de Educação Ambiental pode sensibilizar as crianças para questões relacionadas às condições ambientais dos recursos hídricos locais. Os autores demonstraram que o uso de uma linguagem adaptada ao ensino fundamental faz os estudantes perceberem os impactos ambientais muitas vezes ignorados em seu cotidiano. Assim, promove-se a cidadania, o favorecimento de uma compreensão integrada dos aspectos ecológicos dos rios, estimulando a consciência crítica sobre problemas ambientais e incentivando a participação ativa na preservação dos recursos hídricos.

No ensino médio, Pontini e Coelho (2024) desenvolveram uma pesquisa utilizando o PAR na Educação Ambiental em escola de Cariacica-ES com 28 alunos do 3º ano do Ensino Médio, no âmbito da disciplina de Geografia, nas aulas sobre o conteúdo de hidrografia. Nesse trabalho os autores consideraram que PAR demonstrou grande potencial como ferramenta de Educação Ambiental para aulas Geografia, podendo inclusive ser aplicado de forma interdisciplinar. Além disso, o PAR proporcionou aos estudantes a experiência prática de trabalho de campo, enriquecendo o aprendizado dos conteúdos escolares. Essa abordagem também deu protagonismo aos alunos, ao colocá-los como avaliadores dos rios, aproximando a ciência do cotidiano escolar e contribuindo para a formação de uma consciência socioambiental.

No ensino superior, Marcionilio *et al.*, (2020, p. 04) inseriu a temática “nas aulas da disciplina Poluição de Recursos Hídricos Urbanos do Curso de Especialização (Lato Sensu): Engenharias, Tecnologias e Sustentabilidade Urbana, oferecido pela Universidade Estadual de Goiás (UEG-GO)”. Os autores concluíram que os protocolos de avaliação podem ser aplicados de forma contínua como método de monitoramento constante. Sendo uma metodologia viável para uso em práticas de ensino na graduação e pós-graduação, promovendo uma aprendizagem proativa, onde o estudante assume um papel independente no processo de construção do conhecimento.

2.3 LIMITAÇÕES DO PAR

As informações trazidas até aqui apontam esta ferramenta de monitoramento como instrumento apto a fornecer subsídios para uma análise integrada da qualidade dos rios. Por outro lado, segundo Rodrigues *et al.* (2012), a aplicação da metodologia do PAR apresenta limitações quanto à época em que se coleta os dados. Em períodos de chuva, por exemplo, pode ser problemática a análise devido à turbidez da água, que prejudica a visibilidade do leito do

rio, mesmo em trechos de menor profundidade. Para evitar vieses e distorções nas avaliações, é essencial uma análise criteriosa dos parâmetros em relação à época do ano e sua influência sobre a dinâmica da ecologia do rio.

Outra limitação apontada por Rosa e Magalhães Jr. (2019) é que o PAR apresenta limitações em relação à subjetividade na avaliação dos parâmetros, que pode variar conforme a percepção do avaliador e a compreensão das orientações para categorizar a qualidade dos segmentos. Essa distorção na percepção dos parâmetros pode levar a negligenciar aspectos importantes para a análise ambiental. Uma solução possível seria ampliar o número de categorias avaliadas, embora isso aumente a complexidade da ferramenta e possa restringir seu uso conforme o objetivo e o público-alvo. Assim, os referidos autores recomendam que o PAR seja empregado como uma ferramenta preliminar de avaliação ambiental, complementada por estudos mais detalhados para obter dados mais confiáveis.

A subjetividade da metodologia também é mencionada por Bizzo, Menezes e Andrade (2014) pois os PARs se baseiam em análises visuais. E quando desenvolvidos por leigos, há necessidade de treinamento adequado para evitar resultados imprecisos. Além disso, a aplicação requer atenção e observação detalhada, pois aspectos importantes do ambiente podem ser facilmente ignorados, tornando essencial uma prévia vistoria da área de estudo.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O curso d'água analisado está localizado entre dois municípios, Icó e Orós no estado do Ceará. O maior trecho à montante localiza-se no distrito de Guassussê no território de Orós-CE. Boa parte de seu curso estende-se pela fronteira entre os dois municípios, sendo que sua porção à jusante ultrapassa os limites de Orós e adentra a zona rural do distrito de Lima Campos em Icó-CE, onde deságua no Açude Lima Campos.

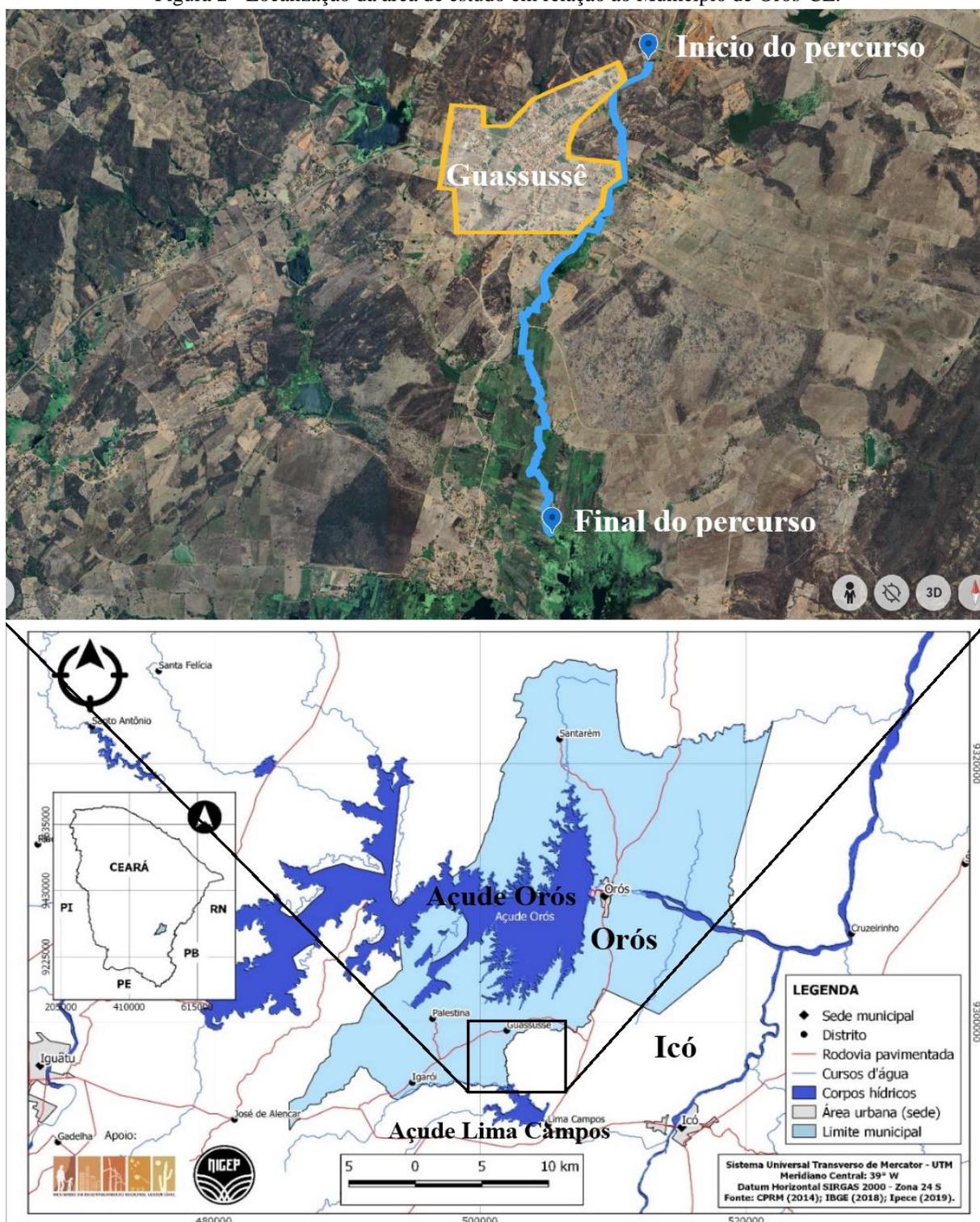
Figura 1 – Torre de galeria, início da adutora subterrânea.



Fonte: Os autores.

No percurso até o Açude Lima Campos, as águas do Açude Orós inicialmente são transportadas por gravidade através de uma adutora subterrânea com início localizado - torre de galeria (ver Figura 1) – no Sítio Montante, em trecho próximo às margens do Açude. Nessa adutora, as águas percorrem cerca de 1.600 metros até iniciarem seu fluxo ao ar livre em local conhecido como “boca do túnel”, na calha do Riacho Cajazeira em Guassussê, cujo percurso até o Açude Lima Campos se estende por cerca de cinco mil metros e corresponde ao “canal” de transposição entre esses dois açudes, conforme Figura 2.

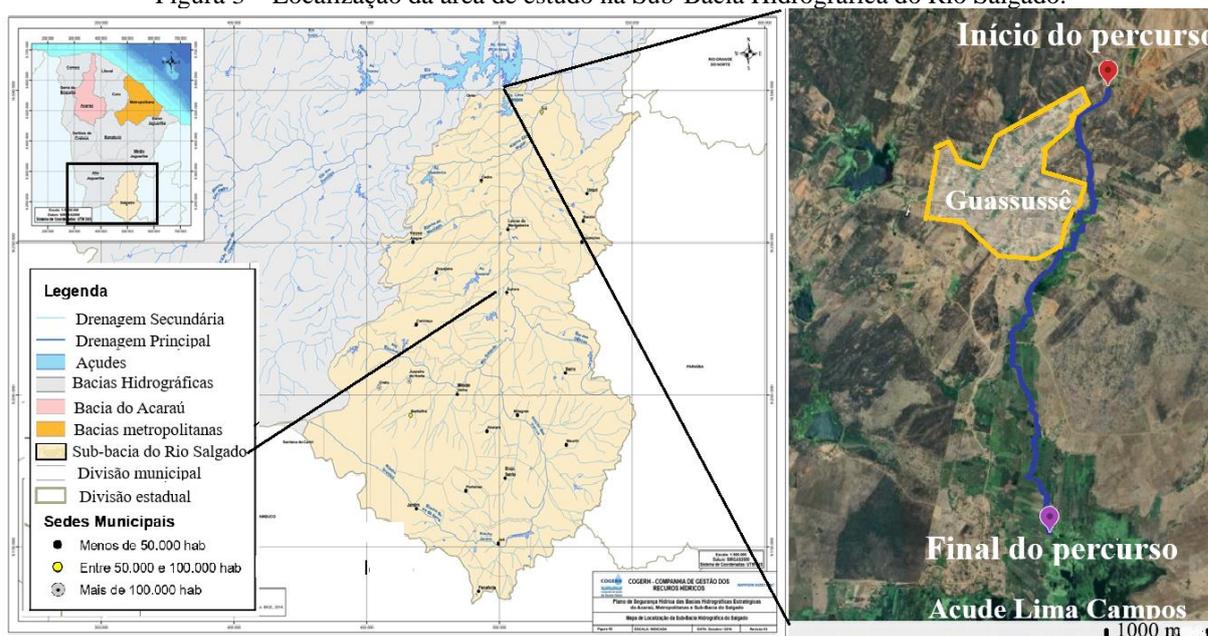
Figura 2 - Localização da área de estudo em relação ao Município de Orós-CE.



Fonte: CPRM (2014); IBGE (2018); IPECE 2019 *apud* Pinheiro, Moura-Fé e Nadae (2021); Google Earth® (2024).

Quanto à fisiografia e características ambientais da área de estudo, o curso d'água está localizado na porção noroeste da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, mais especificamente na área da bacia de contribuição do Açude Lima Campos, conforme Figura 3 (COGERH, 2017).

Figura 3 – Localização da área de estudo na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado.



Fonte: Adaptado de COGERH0 (2016); Google Earth® (2024).

A paisagem na região contém formas típicas da Depressão Sertaneja, com altitude variando entre 151 e 238 metros. Os principais tipos de solo encontrados são os Luvissoles, Argissolos, Neossolos e Vertissolos (COGERH, 2017).

O clima que predomina na região é o Tropical Quente Semiárido Brando caracterizado por um período chuvoso concentrado entre fevereiro e abril (IPECE, 2016 *apud* COGRH, 2017). A pluviometria anual costuma variar entre 600 e 1.013 mm, configurando-se num regime de chuvas muito irregular (CPRM, 1998 *apud* COGERH, 2017).

A aplicação do PAR foi realizada entre os dias 10 e 20 de dezembro do corrente ano. Nesse período a vazão liberada pelo sistema Orós/Lima Campos encontrava-se em 1000 l/s, conforme deliberação acordada no XXXI Seminário de Alocação das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú (COGERH, 2024).

3.2 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES DO PAR

O Protocolo de Avaliação Rápida escolhido e adaptado para a aplicação no presente caso foi o elaborado por Rosa e Magalhães Júnior (2019), que por sua vez é uma adaptação que congrega parâmetros dos estudos de Gomes *et al.* (2005), Minatti - Ferreira e Beaumord (2006) e Rodrigues (2008). A Tabela 1 demonstra o PAR elaborado a partir do referido trabalho.

Tabela 1 - Protocolo de Avaliação Rápida Aplicado.

Localização / Ponto:				
Data da coleta: ____/____/____		Hora da coleta:		
Tempo (situação do dia):				
PARÂMETROS	Pontuação			Avaliação
	Ótima 4 pontos	Intermediária 2 pontos	Ruim 0 pontos	
1. Tipos de ocupação das margens	Vegetação natural na APP	Campo de pastagem/agricultura/monocultura e reflorestamento	Residencial/comercial/industrial	
2. Proximidade de instalações residenciais, comerciais ou industriais	Mais de 100 metros	Entre 50 e 100 metros	Menos de 50 metros	
3. Obras e estruturas hidráulicas	Ausência: o curso d'água segue com padrão natural	Presença de área para apoio de pontes; canalização pouco extensiva	Presença de barragens ou desvios; margens revestidas; extensa canalização do curso d'água	
4. Fontes pontuais de emissão de efluentes	Virtualmente ausente	Evidências de emissão de esgoto/efluentes domésticos	Evidências de efluentes químicos/industriais	
5. Resíduos sólidos nas margens	Virtualmente ausente	Pouco	Muito	
6. Materiais antrópicos flutuantes	Virtualmente ausente	Pouco	Muito	
7. Espumas	Virtualmente ausente	Pouco	Muito	
8. Odor da água	Nenhum	Pouco	Esgoto/Químico/industrial	
9. Oleosidade da água	Virtualmente ausente	Moderada	Abundante	
10. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida	
11. Proteção das margens	70% ou mais da superfície coberta por vegetação natural, afloramentos rochosos ou outras estruturas naturais estáveis	40 a 70% da superfície coberta por vegetação, afloramentos rochosos ou outras estruturas naturais estáveis	Menos de 40% da superfície coberta por vegetação, afloramentos rochosos ou outras estruturas naturais estáveis	
12. Estabilidade das margens à erosão e movimentos de massa	Poucas evidências de cicatrizes de rupturas (quedas) e focos de erosão acelerada (sulcos, ravinas)	Moderada perda de massa sedimentar, com sinais recentes de erosão e/ou quedas	Evidências de deslizamentos e quedas recentes, com barrancos instáveis	
13. Sombreamento	Vegetação com várias alturas	Sombreamento parcialmente da superfície da água	Superfície da água totalmente exposta à luz solar	
14. Uso por animais domésticos	Não detectado	Sinais pouco expressivos	Presença	
15. Usos humanos	Não detectado	Sinais pouco expressivos	Presença	

Fonte: Adaptado de Rosa e Magalhães Jr. (2019), p. 448.

Da Tabela 1 depreende-se que foram atribuídas aos parâmetros apresentados as notas 4 (quatro), 2 (dois) ou 0 (zero) de acordo com a sua contribuição potencial para a qualidade ambiental. A pontuação final é obtida a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro e busca refletir o nível de conservação ou degradação da qualidade ambiental dos trechos avaliados.

Tabela 2 – Intervalos de pontuação com a situação ambiental correspondente.

Intervalo de Pontuação	Situação ambiental
46 a 60	Ótima (conservado/recuperado)
31 a 45	Boa (alterado)
16 a 30	Regular (impactado)
0 a 15	Ruim (degradado)

Fonte: Adaptado de Rosa e Magalhães Jr. (2019).

A classificação final é dada de acordo com quatro intervalos de classes que refletem as condições do curso d'água: ótima (conservado ou recuperado); boa (pouco impactado); regular (impactado); e ruim (degradado), conforme Tabela 2 (Rosa; Magalhães Jr. 2019).

Para evitar um elevado grau de subjetividade na avaliação, tendo em vista que algumas definições carecem de objetividade, foram delimitados alguns critérios na atribuição da pontuação de alguns parâmetros do PAR, conforme explicação a seguir.

3.2.1 Tipos de ocupação das margens

Este parâmetro foi adaptado para o presente estudo para avaliar o tipo de ocupação das margens e áreas próximas ao curso d'água. Se considerarmos o curso d'água como natural, a Área de Preservação Permanente (APP) prevista para esse tipo de curso com menos de 10 metros de largura, segundo o Código Florestal Brasileiro, é de 30 metros de APP.

Então, na avaliação desse parâmetro, se houver pelos menos 30 metros de vegetação natural primária ou secundária em ambas as margens do curso d'água, atribui-se quatro pontos; se houver vegetação natural combinada com campo de pastagem/agricultura/monocultura ou reflorestamento, atribui-se dois pontos, e; se houver residenciais/comercio/indústria a menos de 30 metros da margem atribui-se zero pontos.

3.2.2 Proximidade de instalações residenciais, comerciais ou industriais

Nesse parâmetro são atribuídos quatro pontos quando as instalações residenciais,

comerciais ou industriais estiverem a uma distância maior que 100 metros; dois pontos quando as instalações estiverem a pelo menos entre 50 e 100 metros de distância. Por fim, zero pontos quando as instalações estiverem a menos de 50 metros do curso d'água.

Também, conforme Rosa e Magalhães Jr (2019, p. 452), “com a finalidade de evitar um grau elevado de subjetividade, este parâmetro foi avaliado a partir da presença de uma residência ou estabelecimento dentro das distâncias anteriormente referidas”.

3.2.3 Obras e estruturas hidráulicas

Na avaliação desse parâmetro considerasse que qualquer intervenção de engenharia que altere o curso natural dos fluxos fluviais pode gerar mudanças e prejuízos na dinâmica desses sistemas. Essas alterações podem ser observadas por meio de construções como pontes, canalizações e barragens em rios e áreas próximas.

Interferências nas margens frequentemente aceleram a erosão e aumentam a quantidade de sedimentos transportados para o rio. Já as estruturas dentro do canal afetam diretamente os fluxos de água e sedimentos, modificando a dinâmica natural do sistema fluvial (Rosa; Magalhães Jr, 2019).

3.2.4 Proteção das margens

Avaliar a presença de matas ciliares e de galeria pois estas desempenham um papel crucial no equilíbrio hidrogeomorfológico dos sistemas fluviais. Elas ajudam a interceptar a água da chuva, desacelerando a velocidade do escoamento superficial e minimizando a erosão. Portanto, observar a função dessa vegetação na estabilidade das margens, diminuindo os processos erosivos, aumentando a infiltração e a resistência dos solos, enquanto a cobertura morta formada pela serrapilheira protege o solo de agentes externos. Além disso, a proteção dessa cobertura enriquece o solo com matéria orgânica, que atua como um agente de agregação de partículas, fortalecendo sua estrutura (Rosa; Magalhães Jr, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram localizados e avaliados nove trechos do canal de transposição (Riacho Cajazeira), conforme Tabela 3. Para cada trecho foi vistoriado um segmento que varia entre 30 e 50 metros do curso d'água com o intuito de observar a ocorrência dos parâmetros avaliados. Em cada segmento foi considerada a característica dominante do segmento para designar a pontuação do parâmetro observado.

Tabela 3 – Trechos do curso d'água e suas respectivas coordenadas geográficas.

Sentido do Fluxo	Trecho	Coordenadas	
	1	6°20'00"S	38°58'25"W
	2	6°20'11"S	38°58'35"W
	3	6°20'31"S	38°58'33"W
	4	6°20'43"S	38°58'43"W
	5	6°20'55"S	38°58'54"W
	6	6°21'07"S	38°59'00"W
	7	6°21'10"S	38°59'00"W
	8	6°21'35"S	38°58'54"W
	9	6°21'46"S	38°58'56"W

Fonte: Os autores.

4.1 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 1

O trecho 1 é o início do fluxo hídrico logo após a saída da adutora subterrânea que vem do Açude Orós. Nas suas margens contém uma vegetação impactada pelo desmatamento e atividade agropecuária. Na margem esquerda há uma propriedade rural com estábulo para gado bovino a menos de 100 metros. Enquanto que na margem direita, observa-se que o desmatamento tem acelerado a erosão na estrada vicinal que dá acesso ao riacho, dessa forma, causando o assoreamento do corpo hídrico nesse ponto. Somando-se a isso, a remoção da vegetação deixou disponível um espaço que passou a ser utilizado para a disposição de resíduos da construção civil, conforme mostrado na Figura 4.

O relevo das margens nesse trecho é o mais acidentado do percurso do PAR, pois a altura das margens nesse ponto varia entre 1 e 10 metros. Essa característica topográfica, aliada com os impactos causados pelas atividades humanas, têm comprometido a estabilidade das margens nesse segmento.

Observou-se que a saída da adutora (“boca do túnel”) deveria ter pelo menos 3 metros de altura, mas visualmente percebe-se que sua abertura se encontra apenas com 1 metro de

altura disponível para a saída do fluxo hídrico. Esse tipo de ocorrência indica o alto nível de assoreamento do leito nesse ponto.

Esse cenário é preocupante, tendo em vista que neste segmento fica a captação do sistema de abastecimento de água do distrito de Guassussê operado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). Agravando a dinâmica erosiva, as margens neste local apresentam elevada instabilidade que se acentua em função da retirada da vegetação ripária, o que favorece o carreamento de resíduos e sedimentos para o rio, aumentando assoreamento e comprometendo a qualidade da água.

Figura 4 – Imagens do trecho 1: (A) acesso usados por animais; (B) bovino na margem; (C) barranco instável; (D) depósito de entulho a 50 metros da margem; (E) lixo e entulho nas margens; e (F) “boca do túnel”.



Fonte: Os autores.

Apesar dos problemas ambientais encontrados, a avaliação geral da situação ambiental com base nos parâmetros analisados nesta área classifica esse segmento na situação ambiental “boa” – ambiente alterado com 32 pontos. Os parâmetros que contribuíram com nota máxima foram: ausência de emissão de esgoto; ausência de espuma; ausência de odor na água; ausência de oleosidade. Enquanto que os parâmetros atribuídos a nota zero foram: estabilidade das margens; uso por animais; usos humanos.

4.2 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 2

Nesse trecho a ocupação das margens é feita pelas atividades agrícolas e por pequenos remanescentes de vegetação nativa. A maior parte da vegetação nativa foi desmatada e se encontra em lento estágio de recuperação. Em parte da margem direita em relação ao sentido do fluxo hídrico ocorre o cultivo de capineiras para alimentar o gado bovino. Nesse trecho também se observa a presença de estábulo a menos de 50 metros da margem.

Esse ponto é caracterizado por uma baixa profundidade da água, possui uma maior largura da calha do riacho e uma maior velocidade da água em relação aos outros trechos observados. É possível perceber que esse trecho é usado como travessia de pessoas e gado bovino, assim como também como local para dessedentação animal, cuja frequência de passeio está comprometendo a estabilidade das margens.

Figura 5 – Imagens do trecho 2: (A) margem direita sem cobertura vegetal, com sinais da presença de humanos e animais domésticos; (B) margem esquerda pouca vegetal, local de travessia; (C) curso d’água à montante; (D) curso d’água à jusante.



Fonte: Os autores.

De modo geral, segundo a pontuação (40 pontos) atribuída ao conjunto dos parâmetros, pode-se classificar a situação ambiental do segmento avaliado como “boa”, sendo que os parâmetros que melhor pontuaram foram: ausência de obras hidráulicas, ausência de fontes pontuais de esgoto, ausência de resíduos sólidos, ausência de materiais flutuantes, ausência de espumas, ausência de odor na água e ausência de oleosidade. Enquanto que os parâmetros atribuídos a nota zero foram apenas: detectados sinais de uso por animais e por pessoas.

4.3 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 3

No segmento do trecho 3 está localizada uma precária ponte de metal (pinguela) que é usada para a travessia do canal. Nesse trecho, além de atividade agrícola e ocupação residencial, foi constatada a instalação de um comércio (bar) junto às margens do curso d'água. Foi observado que para a instalação desse pequeno empreendimento foi construída uma pequena mureta de contenção das margens, descaracterizando assim a configuração natural do talude.

Figura 6 – Imagens do trecho 3: (A) e (C) ponte sobre o curso d'água; (B) comércio na margem; (D) evidências da presença de animais domésticos; (E) início de edificação na margem; e (F) bovinos pastando a 10 metros da margem.



Fonte: Os autores.

Nesse trecho, apesar da proximidade com as residências não foram encontrados pontos de emissão de efluentes. Também não foram verificados sinais de espuma, odor da água e presença de oleosidade. Porém, há muitos sinais da presença de animais, certamente gado bovino que usa as margens para acessar a água com vista a sua dessedentação.

De modo geral, a pontuação (28 pontos) atribuída ao conjunto dos parâmetros nesse trecho pode classificá-lo na situação ambiental “regular”. Sendo que os parâmetros que contribuíram para baixar a nota foram: tipo de ocupação das margens, proximidade de residências/comércio, ausência de sombreamento, uso por animais e usos humanos.

4.4 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 4

No trecho 4 a ocupação das margens é composta por pastagem, há um ponto em que a proximidade das residências varia entre 50 e 100 metros. Mesmo assim não foram observadas fontes pontuais de esgoto doméstico, materiais flutuantes, espumas, odor na água ou oleosidade. Porém, foi observada uma pequena quantidade de resíduos da construção civil.

As margens apresentam boa estabilidade em função da cobertura vegetal formada por gramíneas. Porém, é notável a ausência de vegetação arbórea ou mesmo arbustiva, o que demonstra a pobreza da diversidade florística. Nesse ponto também há sinais de uso por animais bovinos e pessoas.

Figura 7 – Imagens do trecho 4: (A) curso d’água rio à jusante; (B) curso d’água à jusante; (C) e (D) resíduos sólidos nas margens.



Fonte: Os autores.

A pontuação atribuída aos parâmetros nesse trecho corresponde a 40 pontos, o que o caracteriza com uma condição ambiental “boa”. Destacando-se como parâmetros com boas notas, além dos mencionados acima, a proteção e estabilidade das margens mesmo que seja por vegetação herbácea.

4.5 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 5

No trecho 5 está localizada uma barragem com cerca de 10 metros de extensão e 4 metros de altura. As atividades agrícolas ocupam as margens nesse trecho com predominância de áreas destinadas à pastagem de gado bovino.

As margens apresentam aparente estabilidade com poucos pontos com indícios de queda. Porém, é preocupante a pouca vegetação de porte arbóreo ou arbustivo fazendo a função de proteção das margens e solo contra os processos erosivos. Assim como na maioria dos trechos vistoriados, são as gramíneas e outras plantas ruderais herbáceas que atuam como única camada vegetal de proteção do solo.

À montante da barragem, nota-se um grande acúmulo de sedimento e restos vegetais que em conjunto com a diminuição da velocidade da água criam o ambiente ideal para a proliferação de uma enorme quantidade de macrófitas, especialmente *Typha sp.* (taboa), que ocupam dois terços da extensão da barragem, espaço que deveria ser o leito livre do canal.

Figura 8: Imagens do trecho 5; (A) represa; (B) represa à montante com 2/3 do leito tomada por macrófitas; (C) margem esquerda com pasto para bovinos; (D) curso à jusante.



Fonte: os autores.

Tal fato indica que esse acúmulo de sedimento além de aportar nutrientes no corpo hídrico, também diminui sua profundidade, permitindo as condições ideais para a propagação desse tipo de vegetação aquática. Consequentemente, logo à jusante da barragem foi o único ponto vistoriado em que foi perceptível a ocorrência de espuma e odor de podre, provavelmente em função do processo de oxigenação da água que estava em contato com a matéria orgânica em decomposição situada à montante.

Quanto à situação ambiental geral do trecho segundo a pontuação (36 pontos) obtida dos parâmetros avaliados, tem-se a indicação de uma “boa” situação. Destacando-se como positivo, a ausência de instalações residenciais/comerciais/industriais, ausência de efluentes domésticos, de resíduos, de materiais flutuantes e de oleosidade. À montante da barragem, foi possível também perceber uma maior transparência da água e as margens podem ser consideradas estáveis.

4.6 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 6

No trecho 6 está localizada outra barragem com 3 metros de extensão e 2 metros de altura. Assim como no trecho anterior, as atividades agrícolas ocupam as áreas adjacentes às margens desse trecho, com predominância de áreas destinadas à pastagem de gado bovino.

Foram observados alguns pontos com evidências de processos erosivos continuados. Logo à montante da barragem, em talude que contém a estrutura de fixação da mesma, há um ponto em que a estabilidade da margem está comprometida em decorrência da ausência de vegetação estabilizadora do solo e o constante trânsito de gado bovino que usa esse ponto para acessar o curso d'água.

Nota-se que a continuidade dos processos erosivos nesse local tem a capacidade de causar a ruptura da barragem e assim alterar a configuração atual do leito do corpo hídrico. Apesar de existirem alguns exemplares de vegetação de porte arbóreo e arbustivo no segmento analisado, a área ocupada por essas árvores situa-se na faixa da margem mais próxima do curso d'água. Sendo que na maior parte do trecho a faixa ocupada não ultrapassa cinco metros de largura.

Nota-se à montante da barragem, assim como na barragem anterior, a proliferação de macrófitas (aguapé, taboa e alface d'água) ocupando a metade do curso do rio. Em determinado ponto essas plantas cobrem completamente o espelho d'água, demonstrando o estado eutrófico dessas águas.

Quanto à condição ambiental, esse trecho apresenta uma pontuação (36 pontos) que o

caracteriza em uma “boa” situação ambiental. Destacam-se como características positivas, a ausência de instalações residenciais/comerciais/industriais, ausência de efluentes domésticos, de resíduos sólidos, de materiais flutuantes e de oleosidade.

Figura 9 – Imagens do trecho 6: (A) barragem; (B) segmento com muitas macrófitas à montante da barragem; (C, D e F) segmentos logo à jusante da barragem; e (E) erosão em talude, local acessado por bovinos.



Fonte: os autores.

4.7 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 7

Situa-se nesse local uma ponte de concreto armado com 5 metros de largura e 10 metros de extensão. Esse foi o único ponto em que ocorreu o sombreamento completo da superfície da água pela vegetação circundante ao curso d'água. Mesmo assim, a faixa de árvores que compõem a mata ciliar não é superior a 10 metros. Foram evidenciados sinais recentes de erosão que comprometem a estabilidade das margens, especialmente na porção da margem mais próxima da ponte. A água nesse trecho apresenta relativa transparência, não há sinais de espuma, odor e oleosidade.

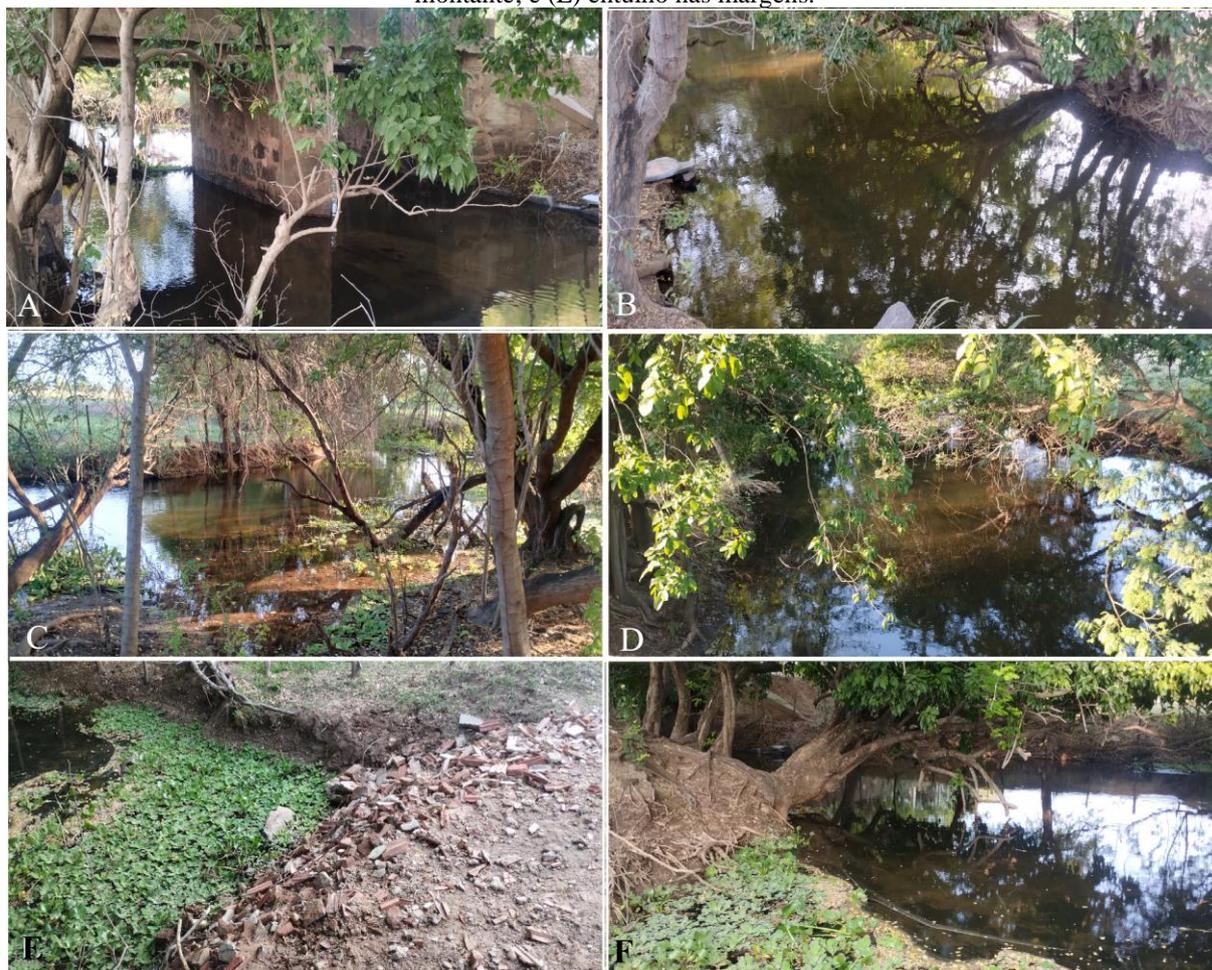
Nesse ponto, as margens apresentam uma faixa de 5 metros com uma cobertura vegetal arbórea. A partir dessa pequena faixa, assim como nos demais trechos, as áreas adjacentes são ocupadas por atividades agrícolas – criação de gado bovino.

Nesse trecho, as residências mais próximas estão a mais de 300 metros,

consequentemente não foram observados lançamentos de esgoto doméstico, mas foi observado a disposição de resíduos da construção civil no local.

A pontuação obtida pelo somatório das notas atribuídas aos parâmetros foi 40 pontos, que corresponde a uma situação ambiental considerada como “boa”.

Figura 10 – Trecho 7: (A) leito abaixo da ponte; (B, C e F) segmento à jusante da ponte; (D) segmento à montante; e (E) entulho nas margens.



Fonte: os autores.

4.8 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 8

O segmento de 50 metros analisado nesse trecho representa o mais impactado do canal, pois além da ocupação agropecuária das áreas marginais, típica da região, há uma combinação de obra hidráulica (barragem) com empreendimento comercial/residencial (bar ou balneário) às margens do curso d'água. Nesse ponto há diversas intervenções antrópicas diretamente sobre as margens, como muretas de contenção, degraus e calçadas para o tráfego e acomodação dos visitantes.

Nos pontos onde não existem obras de contenção, a vegetação arbórea presente não é suficiente para conter os processos erosivos contínuos causados pelo passeio humano e intervenção no fluxo hídrico natural. A presença humana é constante, como também a disposição de resíduos sólidos nas margens em função pouca disponibilidade de lixeiras no empreendimento. Mesmo que em pequena quantidade, uma parte desses resíduos proveniente das atividades de lazer, não são recolhidos a tempo e acabam sendo carregados para o leito do canal.

Figura 11 – Trecho 8: (A) e (B) intervenções nas margens e no leito do curso d'água; (C) e (D) margem à montante com sinais de erosão causada pelo acesso de gado bovino.



Fonte: os autores.

À montante da barragem encontra-se uma estrada vicinal usada por pessoas e gado bovino para acesso ao canal. Nesse ponto, próximo à margem, existe um estábulo que torna evidente o impacto causado pela presença de humanos e animais domésticos que rotineiramente pisoteiam as margens. Portanto o pisoteio constante no local impede o restabelecimento de

vegetação responsável pela manutenção da fixação do solo e estabilização do talude da margem.

Portanto o conjunto de fatores elencados até aqui caracteriza esse trecho como o mais impactado do curso d'água, dentre os avaliados, o somatório da pontuação dos parâmetros para o local corresponde a 24 pontos. Mesmo assim, sua classificação, segundo o intervalo de pontuação estabelecido, é correspondente a uma situação ambiental “regular”.

4.9 CONDIÇÃO AMBIENTAL NO TRECHO 9

Nesse último trecho avaliado, as margens são ocupadas por pastagem, no local não foram observadas instalações residenciais a menos de 100 metros. Consequentemente não foi observado a presença de resíduos sólidos, materiais flutuantes, espumas, oleosidade e odor nas águas.

Nas margens há segmentos com vegetação arbórea e segmentos com vegetação herbácea ruderal, principalmente gramíneas. Há relativa estabilidade das margens com existência de pontos com sinais recentes de quedas e erosão contínua.

Nota-se faixas de terra junto à margem nas quais foi realizado o plantio de gramíneas através de propagação vegetativa. Esse tipo de plantio requer irrigação, que está sendo realizada por inundação, o que ocasiona problemas de contenção dos taludes que delimitam a área de plantio, que por sua vês oferece risco à estabilidade das margens.

Figura 12 – Trecho 9: (A) Imagem do curso d'água à montante; (B) imagem do curso d'água à jusante; (C) acesso de animais domésticos; e (D) porteira em trilha.



Fonte: os autores.

Foi notada a presença de atividades humanas através do acesso por trilha nas margens, existência de porteiras e cercas, como também foi notado o acesso ao canal por gado bovino. Portanto, com base no exposto, para esse local, o somatório da pontuação atribuída aos parâmetros avaliados foi 40 pontos, caracterizando a situação ambiental como boa.

4.10 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Através do resultado da avaliação ambiental é possível inferir quais são os usos predominantes da área do corpo hídrico e seu entorno. Por exemplo, o mal desempenho do parâmetro “tipo ocupação das margens” é indicativo das pressões fundiárias sofridas pelo corpo hídrico, além de um inadequado processo de uso e ocupação do solo por atividades típicas de ambientais rurais e/ou urbanas. Em que, no presente estudo, pôde-se observar que nenhum segmento avaliado apresentou uma APP devidamente preservada/conservada. Estando as margens majoritariamente ocupadas por pastagens e agricultura.

Nesse sentido, considerando a avaliação global, conclui-se que a atividade que causa maior pressão sobre o corpo hídrico é a remoção da vegetação nativa para implantação e manutenção de áreas de pastagens, seja nas áreas da própria margem do curso d’água, seja nas áreas adjacentes que funcionariam como zona de amortecimento dos eventos climáticos, caso mantivesse sua vegetação nativa. Pois, na maioria dos trechos, as áreas destinadas à pastagem vão até à borda da calha do curso d’água o que elimina a vegetação nativa de porte arbóreo/arbustivo estabilizadora de margens.

Com base no exposto, é possível inferir que os resultados apresentados no PAR refletem o uso e ocupação da área de estudo, pois a análise dos parâmetros com pior nota indica a pressão sobre o corpo hídrico causada pela atividade agrícola, enquanto que os parâmetros com melhores resultados indicam a ausência de intensa ocupação das margens por construções civis e atividades industriais.

Corroborando as observações do presente estudo, o Inventário Ambiental do Açude Lima Campos e seu entorno, sob responsabilidade da COGERH (2017), indicou a agropecuária como uma das principais causadoras de impactos ambientais negativos sobre a área de influência do reservatório. O estudo observou o uso da área de APP como pastagem, em que a vegetação nativa foi substituída por capim ou outra planta forrageira, o que tem facilitado o carreamento de excrementos de animais e sedimentos para o corpo hídrico, elevando os níveis de nutrientes e resíduos que intensificam o processo de eutrofização.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados para cada parâmetro por segmento avaliado.

Nela são mostrados os parâmetros que obtiveram as melhores notas, ou seja, aqueles com nenhum trecho obtendo nota zero no parâmetro, são eles: fontes pontuais de emissão de efluentes; resíduos sólidos nas margens; materiais antrópicos flutuantes; espumas; odor da água; oleosidade da água e transparência da água. Sendo que destes, aquele que obteve a nota máxima em todos os trechos foi a ausência de “oleosidade da água”.

Em seu estudo, Sousa *et al.* (2021) também encontraram situação similar no estado do Piauí, na ocasião os autores consideraram que os impactos ambientais observados resultaram dos seguintes fatores: desmatamento, ocupação irregular das margens, disposição de efluentes domésticos e resíduos sólidos urbanos, além da presença de dejetos humanos e de animais domésticos.

Outro indicador a ser considerado como um alerta para o planejamento de ações/políticas públicas voltadas à organização territorial e fundiária é o fato de haver dois trechos em que já existem a proximidade de residências e comércios indicando um novo tipo de pressão sobre o corpo hídrico.

Na Tabela 4 é apresentada a pontuação dos parâmetros para cada segmento avaliado, assim como também a pontuação final obtida.

Tabela 4 – Resultados da Avaliação

Parâmetros	Pontuação por parâmetro e segmento								
	Segmentos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Tipos de ocupação das margens	2	2	0	2	2	2	2	0	2
2. Proximidade de instalações residenciais, comerciais ou industriais	2	2	0	2	4	4	4	0	4
3. Obras e estruturas hidráulicas	2	4	2	4	0	0	2	0	4
4. Fontes pontuais de emissão de efluentes	4	4	2	4	4	4	4	2	4
5. Resíduos sólidos nas margens	2	4	2	2	4	4	2	2	4
6. Materiais antrópicos flutuantes	2	4	4	4	4	4	4	2	4
7. Espumas	4	4	4	4	2	4	4	4	4
8. Odor da água	4	4	4	4	2	4	4	4	4
9. Oleosidade da água	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10. Transparência da água	2	2	2	2	4	4	4	4	2
11. Proteção das margens	2	2	2	4	2	2	2	0	2
12. Estabilidade das margens à erosão e movimentos de massa	0	2	2	4	4	0	2	0	2
13. Sombreamento	2	2	0	0	0	0	2	2	0
14. Uso por animais domésticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. Usos humanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontuação final	32	40	28	40	36	36	40	24	40

Fonte: os autores.

A fim de relacionar os resultados do presente trabalho com aqueles obtidos por outros

autores no desenvolvimento da presente temática, segue o Quadro 1 elencando os resultados de estudos brasileiros nos quais se utiliza o PAR.

Quadro 1 – Resultados de estudos brasileiros que utilizaram os PARs.

Localização	Tipo de corpo hídrico	Nº de trechos/segmentos avaliados	Resultados: Condição/situação/qualidade ambiental	Autor(s)
Minas Gerais: Cordilheira do Espinhaço	Córregos e Rios do Parque Nacional da Serra do Cipó	7	5 naturais; 2 alterados	Callisto et al. (2002)
Piauí: Itainópolis e Picos	Rio Guaribas e Rio Itaim	(não informado)	Alterações reduzidas; e natural	Sousa et al. (2021)
Goiás: Anápolis	Rio das Antas	5	Condição geral “boa”	Marcionilio et al. (2020)
Minas Gerais: Três Pontas	Córrego Araras e Córrego Formigas	20	12 impactados (ruim); 3 alterados; 5 conservados (bom)	Miranda; Betezelli; Pamplin (2021)
Goiás: Anápolis	Córrego João Cesário	45	2 muito altos; 8 altos; 27 médios; e 8 baixos	Dias et al. (2024)
Paraná: Região Metropolitana de Curitiba	Rio Palmital	3	2 boas; 1 ruim	Campos; Nucci; Oliveira (2021)
Goiás: Aparecida de Goiânia	Córregos Almeida e Santa Rita	8	6 regulares; 2 boas	Belizário (2016)
Minas Gerais	Bacia do Rio Gualaxo do Norte	31	3 ótimas; 4 boas; 20 regulares; e 4 ruins	Rodrigues et al. (2012)
Minas Gerais: Serra da Gandarela	Ribeirão da Prata	6	3 ótimas; 2 intermediárias; e 1 ruim	Rosa; Magalhães Jr. (2019)
Amazonas	Rio Puraquequara	12	4 ótimas; 4 boas; 3 regulares; e 1 ruim	Rocha; Barroso; Rubim (2024)
Minas Gerais: Piumhi	Rio Piumhi	6	1 ótima; 3 boas; e 2 regulares	Oliveira; Veloso; Rossoni (2021)
Espírito Santo: Afonso Cláudio	Ribeirões Arrependido e Empossado	35	7 naturais; 24 alterados; e 4 impactados	Vargas; Ferreira Júnior (2012)
São Paulo: Jaú	Córrego dos Pires	12	1 natural; 2 seminaturais; 2 alterados; 2 muito alterados; e 5 Impactados	Rezende; Luca (2017)

Fonte: os autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção do PAR como ferramenta de avaliação ambiental no presente estudo confirma a proposição desta metodologia como uma forma fácil e ágil de realizar a avaliação das condições físicas da área de estudo. Contudo, nota-se que a quantidade e o tipo de parâmetro escolhido interferem diretamente na facilidade de aplicação da metodologia. Por exemplo, se for necessário observar a “qualidade do sedimento do leito”, então adentrar no corpo hídrico para coletar o sedimento para análise acrescenta uma maior dificuldade à sua aplicação.

Porém, ressalva-se que para uma avaliação mais acurada recomenda-se a inclusão de um número maior de parâmetros a serem analisados, assim como também é necessário avaliar uma maior quantidade de trechos do curso hídrico. Pois, o incremento no número de elementos avaliados (parâmetros e trechos) possibilita um retrato mais fidedigno da condição ambiental da área de estudo.

Em relação à condição ambiental do corpo hídrico indicada pelo PAR, conclui-se que o mesmo está em boas condições, considerando os parâmetros escolhidos, apesar de haver uma crescente pressão sobre sua área. Na condição atual constatou-se como a principal causa de degradação ambiental a agropecuária, porque desmata as margens do curso d’água e assim potencializa os processos erosivos, compromete sua estabilidade, adiciona nutrientes e sedimento ao canal. Consequentemente agrava o processo de eutrofização do corpo hídrico.

Considerando os extremos das condições climáticas locais – longos períodos de seca e curtos períodos de cheias- é recomendado utilizar o PAR para um monitoramento periódico da qualidade ambiental do canal de transposição.

Recomenda-se ainda que os resultados deste trabalho sejam levados ao conhecimento da sociedade local e dos governantes para sensibilizá-los sobre os efeitos adversos do descontrole das atividades humanas sobre esse importante manancial.

REFERÊNCIAS

- BELIZÁRIO, Wesley da Silva. Metodologia para avaliação da condição ambiental do corpo hídrico de bacias hidrográficas urbanas. **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 9, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/5150>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- BIZZO, Myrella Rodrigues de Oliveira; MENEZES, Juliana; ANDRADE, Sandra Fernandes de. Protocolos de avaliação rápida de rios (par). **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO**, [S. l] v. 4, n. 1, p. 05-13, 2014. Disponível em: <http://www.cadego.uff.br/index.php/cadego/article/view/20>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 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. Brasília, 2012.
- CALLISTO, Marcos; FERREIRA, Wander; MORENO, Pablo; GOULART, Michael; PETRUCIO, Maurício Mello. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Belo Horizonte, **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 14, p. 91-98, 2002. Disponível em: <https://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- CAMPOS, Janaina Cassia; NUCCI, João Carlos; OLIVEIRA, Cassiana. Protocolo de avaliação rápida de rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 50, p. 206–230, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/67289>. Acesso em: 01 dez. 2024.
- CASTELO BRANCO JR., Armando et al. Protocolo de avaliação rápida como ferramenta de gestão de recursos hídricos urbanos. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 01-17, 2020. Disponível em: <https://periodicos.meioambiente.mg.gov.br/NM/article/view/197>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – COGERH. Confira as vazões de operação dos açudes Castanhão, Orós e Banabuiú para o 2º semestre de 2024. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/confira-as-vazoes-definidas-dos-acudes-castanhao-oros-e-banabuiu-para-o-2o-semester-de-2024/>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – COGERH. **Inventários ambientais de açudes**: da Sub-bacia do Salgado; Açude Lima Campos, 2017, 127p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/publicacoes-inventarios/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ - COGERH. **PRODUTO 03**: Relatório de diagnóstico ambiental da Sub-bacia do Salgado. Fortaleza, CE, 2017, 106p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Relatorio%20Diagnostico%20Ambiental%20da%20Sub-Bacia%20do%20Salgado.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

DIAS, Ricardo Ribeiro et al. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rio (par) e de avaliação ecológica rápida de flora (aer) para o diagnóstico das condições ambientais do Córrego João Cesário e de suas áreas de preservação permanente - cidade de Anápolis (go). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 25, n. 100, p. 232–253, 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/71083>. Acesso em: 09 dez. 2024.

GOOGLE. Google Earth website. Disponível em: <http://earth.google.com/>, 2024. Acesso em: 20 dez. 2024.

GUIMARÃES, Ariane; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012. Disponível em: <https://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/996>. Acesso em: 01 dez. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agenda 2030**: objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil: ODS 6: assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todas e todos. Brasília: Ipea, 2024. 19 p. (Cadernos ODS, 6). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ri2024ODS6>.

MARCIONILIO, Suzana Maria Loures de Oliveira et al. Avaliação da integridade ambiental de rio em área de zoneamento urbano: uso do par e análise laboratorial. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. 01-20, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5482>. Acesso em: 13 dez. 2024.

MIRANDA, Renato Franklin de; BOTEZELLI, Luciana; PAMPLIN, Paulo Augusto Zaitune. Environmental conservation in riparian zones of two urban stream in the municipality of Três Pontas, south of Minas Gerais. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 13, p. 01-11, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21184>. Acesso em: 05 dez. 2024.

OLIVEIRA, Eliene dos Santos; VELOSO, Julia Helena Passos; ROSSONI, Hygor Aristides Victor. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (par) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do Rio Piumhi, Minas Gerais – Brasil. **ForScience**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 01-17, 2021. Disponível em: <https://forscience.ifmg.edu.br/index.php/forscience/article/view/968>. Acesso em: 07 dez. 2024.

PERACELLI, Lucas; AQUINO, Fabiana de Gois; OLIVEIRA, Maria Cristina de. Uso dos protocolos de avaliação rápida como ferramenta na gestão de recursos hídricos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [S. l.], V. 2, n. 00, p. 66-87, 2024. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/gestao-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PINHEIRO, Emmanuel Teixeira; MOURA FÉ, Marcelo Martins de; NADAE, Jeniffer de. A produção da piscicultura no município de Orós, estado do Ceará. Rev. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 12, p. 226 - 243, 2021. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1183>. Acesso em: 14 dez. 2024.

PONTINI, Vinícius Vieira; COELHO, André Luiz Nascentes. Estudantes-pesquisadores: o protocolo de avaliação rápida de rios como instrumento de educação ambiental nas escolas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 25, n. 100, p. 01–14, 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/70849>. Acesso em: 02 dez 2024.

REZENDE, Jozrael Henrique; LUCA, Melissa Valiente de. Avaliação rápida de rios e nascentes como instrumento de análise ambiental urbana e rural. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 85-100, 2017. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2017.004.0008>. Acesso em: 01 dez 2024.

ROCHA, Marcos Douglas Picanço da; BARROSO, Alexandra da Silva; RUBIM, Maria Anete Leite. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios (PAR) para análise da integridade ambiental do rio Puraquequara, AM. Rev. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 8, p. 01-20, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/6140>. Acesso em: 07 dez. 2024.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima *et al.*. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG, Brasil). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/CbTg6dKQhzZHJb5bYX5L3Dq/?lang=pt> Acesso em: 05 dez. 2024.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=15&SUMARIO=188>. Acesso em: 06 dez. 2024.

ROSA, Nayara Mariana Gonzaga; MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG). **Caderno de Geografia**, [S. l.], v. 29, n. 57, p. 441-464, 2019. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19567>. Acesso em: 06 dez. 2024.

SOUSA, João Hemerso de et al. Uso do protocolo de avaliação rápida (par) em rios perenes do semiárido brasileiro. *In*: MELLO, Roger Goulart; FREITAS, Patrícia Gonçalves de (Orgs.). **Variantes do meio ambiente**: atuação, interdisciplinaridade e sustentabilidade. Vol. 1, Rio de Janeiro, RJ: Ed. e-Publicar, 2021. p. 153-163. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/368459128_USO_DO_PROTOCOLO_DE_AVALIACAO_RAPIDA_PAR_EM_RIOS_PERENES_DO_SEMIARIDO_BRASILEIRO. Acesso em: 19 dez. 2024.

VARGAS, Jancy Rômulo Aschauer; FERREIRA JR, Paulo Dias. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], V. 17, n. 1, P. 161-168, 2012. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=61&SUMARIO=811>. Acesso em: 04 dez. 2024.