

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

PROCOLO DE AVALIAÇÃO DE HABITATS PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLUVIAL

Douglas de Pádua Andrade¹; Kátia Regina Chagas¹; Tatiana Heid Furley¹

Abstract: The restoration of fluvial ecosystems has become a fundamental strategy for recovering ecological functions compromised by environmental degradation. In this context, defining priority areas for intervention is essential for the effectiveness of restoration projects and requires technically sound, evidence-based diagnoses. This study presents and discusses the application of a physical habitat assessment protocol, adapted from internationally established methodologies, as a tool to support the prioritization of river segments. The protocol evaluates structural parameters of the channel, including morphology, flow regime, substrate composition, availability of aquatic fauna shelters, and riparian vegetation cover. The integrated analysis of these parameters allowed the classification of segments into priority categories, considering their ecological integrity and potential response to restoration actions. Results showed that 77% evaluated segments were in critical condition, requiring active interventions, while others maintained physical attributes favourable to conservation. The methodological standardization, applicability in different contexts, and operational feasibility make the protocol a robust and accessible tool for planning restoration efforts. It is concluded that the use of physical habitat assessment protocols not only enhances environmental diagnosis but also strengthens technical decision-making, contributing to the efficient use of resources, management, and the development of public policies aimed at the recovery of degraded aquatic ecosystems.

Resumo: A restauração de ecossistemas fluviais tem se consolidado como estratégia fundamental para a recuperação de funções ecológicas comprometidas por processos de degradação ambiental. Neste contexto, a definição de áreas prioritárias para intervenção é essencial para a eficácia dos projetos de restauração, exigindo diagnósticos técnicos baseados em evidências. Este estudo apresenta e discute a aplicação de um protocolo de avaliação de habitat físico, adaptado de metodologias consolidadas internacionalmente, como ferramenta de suporte à priorização de ambientes fluviais. O protocolo avalia parâmetros estruturais do canal, incluindo morfologia, regime de fluxo, composição do substrato, disponibilidade de abrigos para fauna aquática e cobertura da vegetação ripária. A análise integrada desses parâmetros possibilitou a classificação dos trechos em categorias de prioridade, considerando sua integridade ecológica e o potencial de resposta às ações de restauração. Os resultados demonstraram que 77% dos trechos avaliados apresentaram condições críticas de degradação, demandando intervenções ativas, enquanto outros mantiveram atributos físicos favoráveis à conservação. A padronização metodológica, a aplicabilidade em diferentes contextos e a viabilidade operacional tornam o protocolo uma ferramenta robusta e acessível para o planejamento de ações restaurativas. Conclui-se que a utilização de protocolos de avaliação de habitat físico não apenas aprimora o diagnóstico ambiental, mas também fortalece a tomada de decisão técnica, contribuindo para o uso eficiente de recursos, a gestão e a consolidação de políticas públicas voltadas à recuperação de ecossistemas aquáticos degradados.

1) Afiliação: Aplysia Assessoria e Consultoria

Palavras-Chave – Estrutura hidromorfológica; Qualidade do habitat; Rios degradados

INTRODUÇÃO

A degradação de ambientes fluviais tem se intensificado nas últimas décadas devido a múltiplas pressões antrópicas, como supressão da vegetação ripária, alterações hidrogeomorfológicas, lançamento de efluentes e modificação do uso e ocupação do solo (TUAN-ANH et al. 2023). Essas alterações comprometem a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos e resultam na simplificação dos habitats físicos, com efeitos negativos sobre a diversidade biológica e os serviços ecossistêmicos dos ambientes aquáticos (MARZIN et al. 2013).

Nesse cenário, a restauração fluvial tem se consolidado como estratégia essencial para reverter processos de degradação e promover o restabelecimento das funções ecológicas desses ambientes. No entanto, a eficácia de projetos de restauração depende de um diagnóstico prévio acurado que permita selecionar as áreas mais apropriadas para intervenção e determinar as técnicas mais adequadas a serem empregadas (PALMER et al. 2005).

A avaliação do habitat físico desempenha um papel central nesse processo, uma vez que a estrutura geomorfológica, o padrão de fluxo, o substrato e a vegetação ripária estão diretamente associados à qualidade do ambiente aquático e ao suporte à biota (KAUFMANN et al., 1999). Protocolos padronizados para caracterização físico-habitat, como os desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (US-EPA), têm sido amplamente utilizados em diferentes regiões do mundo para subsidiar decisões de manejo e conservação de ambientes fluviais (THOMSON et al. 2001).

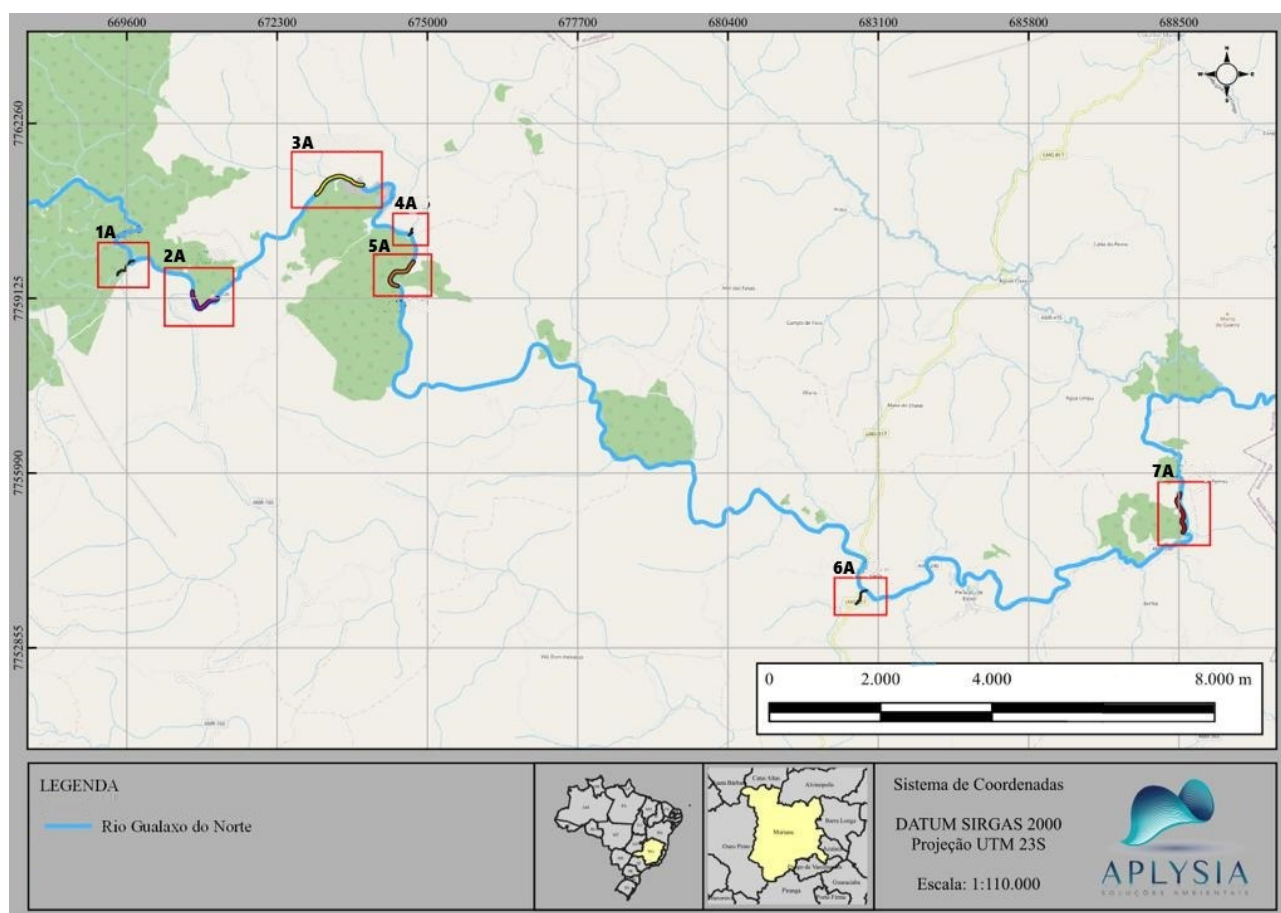
A aplicação sistemática desses protocolos permite comparar trechos com diferentes graus de alteração e identificar áreas com menor complexidade estrutural ou com ausência de atributos essenciais, como abrigos para peixes, diversidade de substrato e cobertura ripária, características que indicam maior necessidade ou potencial de resposta a ações de restauração (MADDOCK, 1999).

O presente estudo discute a aplicação de um protocolo de avaliação de habitat físico com base em métodos consolidados internacionalmente, destacando sua relevância como ferramenta técnica para definição de áreas prioritárias em projetos de restauração fluvial. A efetividade do método é exemplificada por sua aplicação em um projeto de restauração fluvial no Brasil, onde os resultados obtidos evidenciaram a utilidade da abordagem para subsidiar decisões estratégicas de intervenção ambiental. Neste contexto o objetivo do estudo é desenvolver e validar um protocolo de avaliação de habitat que permita identificar e priorizar áreas fluviais para intervenções de restauração fluvial.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no rio Gualaxo do Norte, em sete segmentos distribuídos ao longo de seu curso, totalizando aproximadamente 4 km de extensão. Esses trechos foram selecionados de forma a contemplar diferentes condições ambientais e características geomorfológicas do rio, possibilitando uma avaliação abrangente da área. A escolha dessa porção do rio permitiu integrar aspectos físicos, químicos e biológicos na análise, fornecendo uma representação consistente das condições ambientais locais.

Figura 1 – Área de estudo no rio Gualaxo do Norte.



A avaliação dos habitats físicos foi conduzida com base em um protocolo adaptado de Kaufmann et al. (1999) em seis trechos distintos. Este protocolo foi selecionado devido à sua robustez, aplicabilidade em diferentes contextos geomorfológicos e capacidade de gerar métricas padronizadas que permitem a comparação entre diferentes trechos de rios.

O método fundamenta-se em uma abordagem multivariada e sistemática para coleta de dados físicos, que incluem características da morfologia do canal, regime de fluxo, composição do substrato, disponibilidade de abrigos para peixes e cobertura da vegetação ripária. A integração desses elementos permite uma descrição abrangente da estrutura do habitat físico e fornece subsídios técnicos para tomada de decisão em ações de restauração e conservação de ecossistemas aquáticos.

Amostragem

A aplicação do protocolo foi realizada em segmentos fluviais de extensão variável, previamente delimitados com base em critérios hidrológicos e geomorfológicos. Para cada segmento avaliado, foi definida uma seção amostral correspondente a 50% de sua extensão, na qual foram estabelecidos transectos transversais e transectos longitudinais, dispostos de forma equidistante. Os transectos transversais foram utilizados para mensuração de variáveis como profundidade, largura molhada, inclinação das margens, presença de barras laterais e escavação de margens. Os transectos longitudinais foram utilizados para identificação das unidades de fluxo, avaliação da composição do substrato e verificação da presença de abrigos para a fauna aquática.

Parâmetros Avaliados

O protocolo incluiu a coleta e análise dos seguintes parâmetros:

1. Morfologia do canal: largura molhada, largura sazonal do leito, profundidade média e altura de incisão, mensuradas diretamente nos transectos.
2. Características do fluxo: classificação qualitativa das unidades de fluxo (rápidos, remansos, corredeiras, piscinas), com base na velocidade, turbulência e profundidade da água.
3. Composição do substrato: estimativa visual da granulometria dominante em diferentes porções do canal (margens e talvegue), com categorias padronizadas (ex.: areia, cascalho, bloco, matacão, finos, material biológico).
4. Abrigos para peixes: identificação e quantificação de elementos estruturais que fornecem abrigo (troncos, raízes, vegetação pendente, bancos de folhas, blocos), classificados por classes de cobertura.
5. Vegetação ripária: avaliação semiquantitativa da cobertura vegetal em três estratos (dossel, sub-bosque e solo), em ambas as margens, com classificação em categorias de densidade (ausente a muito densa).

Análise e Integração dos Dados

Os dados obtidos foram organizados em fichas padronizadas de campo e processados para obtenção de métricas descritivas, tais como médias, desvios-padrão e proporções de ocorrência de categorias. Foram elaborados índices sintéticos para vegetação ripária e abrigos para peixes, a partir da somatória ponderada dos valores de cobertura, permitindo a categorização dos trechos em condições de habitat físico (boa, intermediária ou ruim).

A interpretação dos resultados foi orientada por critérios ecológicos e funcionais, buscando identificar trechos com menor complexidade estrutural ou maior grau de alteração física, que justificassem a priorização para intervenção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do protocolo de avaliação de habitat em ambientes fluviais permitiu identificar um gradiente claro de integridade ecológica entre os trechos analisados, com variação nos escores dos parâmetros analisados. Esse intervalo evidencia a heterogeneidade das condições físicas dos habitats aquáticos e reforça a utilidade do protocolo como ferramenta para diagnóstico ambiental em escala de bacia hidrográfica (BARBOUR et al. 1999).

Cerca de 77% dos trechos avaliados apresentaram algum escore que indica baixa integridade do habitat. Esses trechos foram caracterizados por canais retilíneos, ausência de estruturas naturais no leito, substrato predominantemente fino (areia e silte, >75%) e cobertura ripária reduzida, com média inferior a 20% de cobertura. Além disso, foram observadas interferências antrópicas diretas, como obras de contenção e ocupação urbana nas margens. Tais condições são desfavoráveis à manutenção de processos ecológicos naturais, como, o fornecimento de matéria orgânica alóctone e a oferta de refúgios para a biota aquática (ALLAN & CASTILLO, 2007; NAIMAN & DÉCAMPS, 1997). A perda da heterogeneidade estrutural do canal reduz a resiliência do ecossistema frente a eventos de perturbação e compromete serviços ecossistêmicos essenciais.

Por outro lado, aproximadamente 23% dos trechos apresentaram escores que os classificam como de alta integridade ecológica. Esses trechos mantiveram atributos físicos favoráveis à conservação da biodiversidade, como a presença de múltiplos tipos de substrato, elevada diversidade de microhabitats (incluindo remansos, corredeiras e margens inundáveis), presença de estruturas naturais como troncos e raízes expostas e cobertura ripária. Essas condições são fundamentais para a manutenção da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos, peixes e outros organismos aquáticos, além de contribuírem para a estabilidade hidromorfológica do canal (FRISSELL et al., 1986; LAKE, 2000).

Com base nos escores obtidos e na análise integrada das métricas de campo, os trechos foram classificados em três categorias de prioridade para restauração. Trechos de alta prioridade, que representaram 34% dos trechos com condições críticas de degradação. Trechos classificados como média prioridade (43%) apresentaram alterações moderadas. Por fim, os trechos de baixa prioridade (23%) exibiram alta integridade ambiental.

A classificação dos trechos demonstra a capacidade do protocolo em fornecer subsídios técnicos para a alocação eficiente de recursos em projetos de restauração, o que é particularmente relevante em contextos de bacias hidrográficas extensas e com múltiplos vetores de pressão antrópica. Esse tipo de abordagem hierárquica para definição de prioridades é amplamente recomendado na literatura especializada (BEECHIE et al., 2008; CLEWELL & ARONSON, 2013) e está alinhado aos princípios da restauração baseada em processos ecológicos (PALMER et al., 2010; SOUZA et al., 2021).

Outro aspecto relevante da aplicação do protocolo está na sua viabilidade operacional. A coleta de dados é baseada em observações diretas de campo e em métricas estruturais de fácil aferição, o que permite sua aplicação por técnicos treinados, gestores públicos ou mesmo em contextos de monitoramento participativo. Isso contribui para o fortalecimento de políticas públicas baseadas em evidências (VERDONSCHOT et al., 2013; SILVA et al., 2020).

A Tabela 1 sintetiza os principais benefícios associados à utilização de protocolos de avaliação de habitat físico no contexto de projetos de restauração fluvial. Esses protocolos fornecem um conjunto estruturado de métricas que permitem caracterizar de forma sistemática e padronizada a complexidade morfológica, hidrológica e estrutural dos ambientes aquáticos, subsidiando a seleção técnica de áreas prioritárias para intervenção, o monitoramento da efetividade das ações implementadas e a tomada de decisão baseada em evidências ambientais.

Tabela 1 - Vantagens da aplicação de protocolos de avaliação de habitat físico em projetos de restauração fluvial

Aspecto Avaliado	Benefícios da Aplicação do Protocolo
Diagnóstico ambiental	Permite a caracterização precisa da qualidade físico-estrutural dos ambientes fluviais.
Tomada de decisão	Fornece subsídios técnicos objetivos para selecionar áreas com maior necessidade ou potencial de restauração.
Padronização metodológica	Utiliza métricas consolidadas internacionalmente, garantindo comparabilidade entre trechos e campanhas.
Eficiência na priorização	Identifica segmentos degradados com baixa heterogeneidade de habitat.
Integração com indicadores bióticos	Pode ser utilizado de forma complementar com dados de comunidades aquáticas e qualidade da água para avaliação integrada.

Acompanhamento de resultados	Facilita o monitoramento da efetividade das intervenções ao longo do tempo.
Aplicabilidade em diferentes contextos	Adaptável a diferentes tipos de rios e condições hidrogeomorfológicas.
Suporte à gestão	Auxilia no planejamento de ações com base em evidências empíricas.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram não apenas a eficiência do protocolo de avaliação de habitat para diagnóstico ambiental, mas também seu potencial estratégico como ferramenta de apoio à gestão adaptativa, à restauração de ecossistemas degradados e à promoção da resiliência ecológica em ambientes fluviais.

CONCLUSÃO

A aplicação de protocolos de avaliação de habitat físico constitui uma etapa fundamental para o planejamento e a execução de projetos de restauração fluvial, especialmente em contextos onde há necessidade de selecionar áreas prioritárias para intervenção. A abordagem metodológica baseada em parâmetros estruturais do ambiente aquático permite diagnosticar, de forma objetiva e padronizada, os níveis de degradação ou de heterogeneidade física dos trechos avaliados.

Os resultados obtidos confirmam que o método aplicado atendeu aos objetivos do projeto, permitindo diagnosticar, de forma clara e padronizada, a integridade física dos trechos avaliados e estabelecer uma hierarquização consistente das áreas prioritárias para restauração. A aplicação do protocolo revelou diferenças significativas entre os segmentos, identificando tanto áreas críticas, com baixa complexidade estrutural, caracterizadas por ausência de abrigos, homogeneidade de substrato e cobertura ripária reduzida, que demandam intervenções imediatas, quanto trechos com atributos favoráveis à conservação. A flexibilidade metodológica e a possibilidade de integração com dados bióticos e químicos reforçam sua utilidade como ferramenta técnica para subsidiar decisões estratégicas de manejo e apoiar programas de restauração fluvial de longo prazo, evidenciando sua aplicabilidade em diferentes contextos e sua robustez como instrumento de gestão.

Portanto, recomenda-se a adoção sistemática de protocolos físico-habitat em diagnósticos prévios à intervenção, como forma de aumentar a eficiência ecológica, técnica e econômica de projetos de restauração fluvial. Seu uso contribui para o avanço das práticas de restauração baseadas em evidências e para a consolidação de políticas públicas voltadas à recuperação de ecossistemas aquáticos degradados.

REFERÊNCIAS

- KAUFMANN, P.; LEVINE, P.; ROBISON, E.; SEELIGER, C.; PECK, D. (1999) Quantifying physical habitat in wadeable streams. Environmental Protection Agency (EPA), Washington.
- MADDOCK, I. (1999). The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biology* (1999) 41, p.373-391.
- MARZIN, A.; VERDONSCHOT, P.F.M.; PONT, D. (2013). The relative influence of catchment, riparian corridor, and reach-scale anthropogenic pressures on fish and macroinvertebrate assemblages in French rivers. *Hydrobiologia*, 704, p.375-388.

PALMER et al. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42, p.208–217.

THOMSON, J.R.; TAYLOR, M.P.; FRYIRS, K.A.; BRIERLEY, G.J. (2001). A geomorphological framework for river characterization and habitat assessment. *Aquatic Conser: Mar. Freshw. Ecosyst.* 11, p.373–389.

TUAN-ANH, N.; CAN, L.D.; NHAN, N.T.; SCHMALZ, B.; LUU, T.L. (2023). Influences of key factors on river water quality in urban and rural areas: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8.