

SELEÇÃO DE SÍTIOS REFERÊNCIA NA BACIA DO GRAIPU EM GUANHÃES – MG

Emanoel Júnior Coelho Barroso ¹; Patrícia Pereira Gomes ²; Jonathan da Rocha Miranda ³; Danielle Maria Rocha ⁴; Júnia Alves de Almeida ⁵; Bruno Fernandes de Oliveira ⁶; Elisângela Cristina Silva Costa ⁷; Grazielle Wolff de Almeida Carvalho ⁸.

1 Emanoel Júnior Coelho Barroso, Bolsista (CNPq), Bacharelado em Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG; emanoel.cb123@gmail.com

2 Patrícia Pereira Gomes, Doutora em Ecologia (UnB), IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

3 Jonathan da Rocha Miranda, Doutor em Engenharia Agrícola (UFLA), IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

4 Danielle Maria Rocha, Licenciatura em Ciências Biológicas, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

5 Júnia Alves de Almeida, Licenciatura em Ciências Biológicas, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

6 Bruno Fernandes de Oliveira, Licenciatura em Ciências Biológicas, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

7 Elisângela Cristina Silva Costa, Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

8 Orientadora: Grazielle Wolff de Almeida Carvalho, Doutora em Ecologia Aplicada, Campus São João Evangelista; grazielle.wolff@ifmg.edu.br

RESUMO

A conservação da qualidade dos ecossistemas de água doce e sua biodiversidade são essenciais para garantir a manutenção de bens e serviços ecossistêmicos, incluindo o fornecimento de água e regulação de microclima local. Para afirmar que a água não tem qualidade, existem parâmetros de comparação como a Resolução 357 do CONAMA que classifica o rio quanto sua qualidade física, química e bacteriológica. Porém, não há parâmetros que auxiliem sobre a determinação da integridade ecológica de uma bacia hidrográfica, uma vez que são vários os fatores que interferem nessa integridade. O Ribeirão Graipu, no município de Guanhães – MG é o principal corpo hídrico que o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) tem como ponto de captação de água para tratamento e distribuição para toda cidade. Ao longo do tempo, o ribeirão sofreu diversas interferências antrópicas em toda sua extensão, justificando a necessidade do diagnóstico e biomonitoramento. Esse trabalho fez parte de um projeto macro, que ainda está em andamento, o qual realizou a avaliação dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores ambientais na bacia. Porém, para iniciar esse biomonitoramento, fez-se necessário a seleção de sítios de referência na bacia e assim subsidiar o programa. A pergunta inicial do projeto foi: Há sítios de referência que podem auxiliar como parâmetro no programa de biomonitoramento com enfoque em macroinvertebrados bentônicos na bacia do Graipu? Para isso foi essencial a construção do mapa de uso e ocupação da bacia bem como a avaliação da integridade do hábitat físico de pontos pré-selecionados ao longo de cursos d'água utilizando o PAR (Protocolo de Avaliação Rápida). O PAR analisa 22 parâmetros do ambiente físico de dentro e nas margens de cursos d'água e gera um Índice de Funcionalidade de Hábitat (IFH), onde scores acima de 60 pontos representam trechos em condições de referência. Foram pré-selecionados 5 pontos para conferência em campo e aplicação do PAR, desses, dois pontos se encontram no alto da bacia do Graipu, dois no médio curso e apenas um no baixo curso. Esses pontos foram selecionados avaliando imagens satélites em áreas que apresentavam maior cobertura de mata nativa em torno dos cursos d'água. Como resultado constatou-se que a bacia do ribeirão Graipu é de uso agrossilvopastoril e encontra-se degradada e alterada, sendo que apenas em sua porção baixa, na sub-bacia do ribeirão Cachoeira das Pombas, há uma área mais conservada, com maior cobertura de mata nativa em que a mata ciliar está presente dentro das exigências legais, esse foi o trecho em que se obteve maior avaliação pelo PAR. Os demais pontos, apesar de apresentarem valores do PAR pouco acima de 60 pontos, observou-se alterações antrópicas à montante, como lançamento de efluentes ou pequenos barramentos, não sendo possível seu uso como sítio de referência. Apesar de ser uma bacia pequena, esperava-se encontrar mais sítios com integridade ecológica, uma vez que essa é a principal fonte de produção de água para a população de Guanhães. A degradação verificada na bacia pode ser um dos fatores que levaram a diminuição da produção de água que culminaram na escassez e desabastecimento do município há alguns anos. Esse projeto foi de extrema importância para a continuidade do programa de biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Graipu e subsidiou diversos projetos de restauração e recuperação ambiental dos cursos d'água, além de ser um auxiliar para o órgão competente em tomadas de decisão acerca da gestão dos recursos hídricos.

INTRODUÇÃO:

Os ecossistemas de água doce estão sob uma grande ameaça globalmente, especialmente devido ao aumento da população e às mudanças na forma como se utiliza e ocupa a terra. Os cursos d'água

localizados em áreas urbanas são particularmente afetados pelas atividades humanas, incluindo o despejo de esgoto sem tratamento, a destruição e a degradação de habitats, o controle do fluxo dos rios, o que altera a temperatura, o fluxo, a química da água e as características do ambiente em todo o ecossistema aquático (COSTA *et al.*, 2023b; HUGHES *et al.*, 2014).

A bacia do rio Doce, apesar de ser uma das principais bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, apresenta um grau de degradação ambiental em estágio avançado e com uma relevância consideravelmente significativa. É urgente a necessidade de intervenções e aplicação de projetos de revitalização que assegurem a regularização das vazões e a melhoria da qualidade do corpo hídrico. Por este motivo, é de fundamental importância que todos os tributários do rio Doce estejam com seus ecossistemas saudáveis (IGAM, 2010).

O Ribeirão Graipu, localizado no município de Guanhães em Minas Gerais, é um afluente do rio Corrente Grande que deságua no rio Doce. O Graipu é o principal corpo hídrico que o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) tem como ponto de captação de água para tratamento e distribuição para toda cidade, sendo necessários projetos que caracterizem a bacia. Porém ao longo do tempo, o Ribeirão veio sofrendo diversas interferências antrópicas em toda sua extensão. O desmatamento de matas ciliares e matas em topos de morro, queimadas, erosão do solo por pastagens e monoculturas, pisoteio do gado em nascentes, assoreamento em leitos d'água, além da poluição por agrotóxicos, são os principais fatores de degradação do entorno do corpo hídrico (SAAE, 2006).

Para se avaliar os níveis de perturbações em ambientes aquáticos advindos de impactos ambientais, recomenda-se o monitoramento da qualidade da água. De acordo com os critérios da Resolução CONAMA 357/05, o monitoramento de um corpo hídrico engloba a "medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade da água", que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo d'água. Ainda no monitoramento ambiental, análises de comunidades biológicas podem ser utilizadas para avaliar a qualidade ambiental tendo em vista a integridade ecológica do ecossistema aquático. No artigo 8º parágrafo 3º, essa resolução também sugere a aplicação de biomonitoramento de comunidades aquáticas bioindicadoras, quando apropriado, para avaliar a qualidade dos cursos d'água (BRASIL, 2005).

Bioindicadores são grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença/ausência, abundância e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema (HOLT, 2010). Mas, para um bom desenho amostral e um biomonitoramento eficiente, faz-se necessário a seleção de sítios de referência que são considerados ambientes minimamente perturbados dentro de uma bacia, com alta integridade ecológica, que serão base de comparação para os demais locais amostrais. Os dados gerados em um biomonitoramento com indicadores ecológicos precisam ser avaliados e interpretados em relação a alguma expectativa, ou condição de referência (STODDART *et al.*, 2006).

A definição de sítios de referência inicia com a avaliação do uso e ocupação do solo. Sítios de referência funcionam como "áreas testemunhas", que permitem a comparação das condições ecológicas de um conjunto de locais que se pretende avaliar com áreas com mínima interferência antrópica (BAILEY *et al.*, 2005). Essa comparação torna possível inferir sobre a magnitude e significância de impactos que atividades antrópicas ao longo de uma bacia têm sobre a biota aquática. Mas, selecionar áreas que ainda mantêm integridade ecológica dentro de bacias hidrográficas representa um grande desafio para pesquisadores.

Esse trabalho teve como principal objetivo construir o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Graipu e selecionar sítios de referência que possam auxiliar como parâmetro de comparação no programa de biomonitoramento da bacia. Programa esse que está em andamento através do acordo de parceria nº 02/2021/SJE. Processo nº. 23214.001458/2021-17 firmados entre o SAAE-Guanhães e IFMG-SJE para realização do projeto "Monitoramento da qualidade da água do ribeirão Graipu com enfoque nos macroinvertebrados bentônicos".

METODOLOGIA:

Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no município de Guanhães em Minas Gerais, mesorregião do Vale do Rio Doce, que possui população de 34.818 pessoas (IBGE, 2022). Guanhães é um dos 853 municípios do estado de Minas Gerais, na região Sudeste do país. O município possui 34.319 habitantes, 81,32% localizados em área urbana e 18,68% em área rural. Sua área é de 1.075,12 km² e a densidade populacional é de 31,92 hab/km², enquanto o Estado tem, em média 36hab/km². O município está inserido no bioma Mata Atlântica, e na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. A sub-bacia do Graipu está localizada entre os municípios de Guanhães e Sabinópolis, na região centro-nordeste de Minas Gerais (18° 48' S e 42° 58' W), em uma altitude média de 852 m. Nessa bacia que está o principal ponto de captação de água do SAAE para abastecimento público da cidade (SAAE, 2006).

Delimitação da bacia e uso e ocupação do solo

A delimitação da bacia hidrográfica do ribeirão Graipu, foi realizada utilizando o sistema de Informação Geográfica (SIG), através do software ArcGIS 10.3®. Foi obtida a imagem orbital do projeto Topodata, no qual são disponibilizados dados de radar interferométricas da SRTM refinados por krigagem para todo o território nacional.

Para a elaboração do mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Graipu foi utilizado o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000, fuso 23S com coordenadas planas em Universal Transversa Mercator – UTM, tendo como origem das coordenadas as linhas do Equador e Meridiano de Greenwich. As imagens de satélite utilizadas foram obtidas do Landsat 8, satélite lançado em Fevereiro de 2021. O processamento das imagens foi realizado utilizando o programa ArcGIS 10.3. Para o tratamento das imagens dos produtos do satélite Landsat 8 foram utilizadas aquelas obtidas a partir do sensor OLI.

As imagens foram georreferenciadas utilizando pontos coordenados através da ferramenta Georreferencing e então unidas através da ferramenta Mosaic to new raster. Para obter uma imagem em alta resolução, foi realizada a fusão da banda pancromática e as imagens georreferenciadas do Google Earth. Com as imagens compostas, foi realizado um recorte das imagens dentro do perímetro da bacia hidrográfica do Graipu e, dessa forma, foi possível obter a cena de interesse. O processo para a classificação das imagens foi iniciado coletando as amostras das imagens, de forma supervisionada, a fim de se classificar cada classe.

Pré-seleção de sítios através de imagens

Através da análise de imagens satélites e do uso de mapa e ocupação da bacia, foram selecionados previamente, trechos de rio dentro da bacia que apresentem alta porcentagem de vegetação nativa no entorno e baixo impacto de atividades antrópicas. Pretendeu-se pré-selecionar, no mínimo, 3 trechos de rio dentro da bacia, englobando alto, médio e baixo Graipu.

Segundo Moreno *et al.* (2009), sítios de referência devem manter certas semelhanças com trechos onde serão comparados. Como o objetivo foi fornecer subsídio para biomonitoramento do ribeirão Graipu e não suas nascentes, o sítio referência selecionado deveria ser um trecho de ambiente lótico, fora de área de nascentes e ambientes brejosos. Os trechos de rios pré-selecionados nessa etapa foram conferidos em campo e georreferenciados.

Pré-seleção de sítios através do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

Em campo, nos sítios pré-selecionados, para caracterização rápida da diversidade de habitat foi utilizado o “Protocolo de Avaliação Rápida de condições ecológicas e Diversidade de Habitats em trechos de Bacias Hidrográficas”, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental da cidade de Ohio, EUA (CALLISTO *et al.*, 2002). O protocolo analisa as seguintes características: profundidade do canal, largura da área molhada, tipo do substrato, fluxo, presença/ausência de cobertura vegetal e tipo de vegetação ciliar e influência antrópica (presença de construções, pasto, agricultura, rodovias, lixo, etc). São avaliados 22 parâmetros, sendo que, 10 deles são pontuados em uma escala de 0 a 4, e os outros 12 são pontuados em uma escala de 0 a 5. Quanto menor a influência das atividades antrópicas, maiores são os valores atribuídos. A aplicação deste protocolo gera um Índice de Funcionalidade de Habitat (IFH) onde pontuações entre 0 e 40 indicam trechos impactados, valores entre 41 a 60 sugerem trechos alterados, e valores acima de 60 pontos, representam trechos em condições de referência (CALLISTO *et al.*, 2002).

Em todos os pontos pré-selecionados foram aplicados o PAR e apenas aqueles que obtiveram pontuação acima de 60 foram considerados como possíveis sítios de referência e para validar tais sítios, os mesmos foram comparados, qualitativamente, com outros Sítios de Referência, em bacias vizinhas ou próximas, já descritos em literatura (MORENO *et al.*, 2009).

Mesmo o PAR sendo amplamente utilizado e uma excelente ferramenta para medir a integridade física de rios e riachos, o mesmo sozinho, não confirma a integridade biológica do ambiente. Sendo assim, foi realizada a análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da área em questão e assim construiu uma base de dados biológicos que servirão de comparação para o programa de biomonitoramento da bacia do Ribeirão Graipu. Esses dados fizeram parte da dissertação de Elisângela Cristina da Silva Costa, do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG e de artigos submetidos, em fase de publicação. Outras informações e resultados também podem ser encontrados no produto técnico gerado da mesma para o SAAE (COSTA *et al.*, 2023a).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A partir da análise do mapa de uso e ocupação da microbacia do Graipu, verifica-se que a área de estudo apresenta uma grande porcentagem de ocupação por pastagem, contando com cerca de 42,22%, e apenas 33,41% de vegetação nativa, sendo que a vegetação natural remanescente está extremamente

fragmentada e antropizada, o restante do solo da microbacia é ocupado por solo expostas urbano (2,09%), gramíneas (8,72%), plantios florestais (2,18%) e outros (SILVA *et al.*, 2022). Outro ponto importante, é que o local conta com cerca de 10,82% da sua área total com solo exposto, o que contribui expressivamente com o carreamento de nutrientes para locais mais baixos e corpos hídricos, havendo a poluição dos mesmos. Além disso, a taxa de infiltração de água, potencial biológico, porosidade e outros processos do solo são afetados diretamente quando não se tem uma cobertura vegetal ou uma que não tenha a capacidade de conservar a água e o solo. Grande parte dos maciços florestais presentes na microbacia se encontra isolados, sem nenhuma conexão com as demais, afetando o fluxo gênico da fauna e flora do mesmo (Fig. 01).

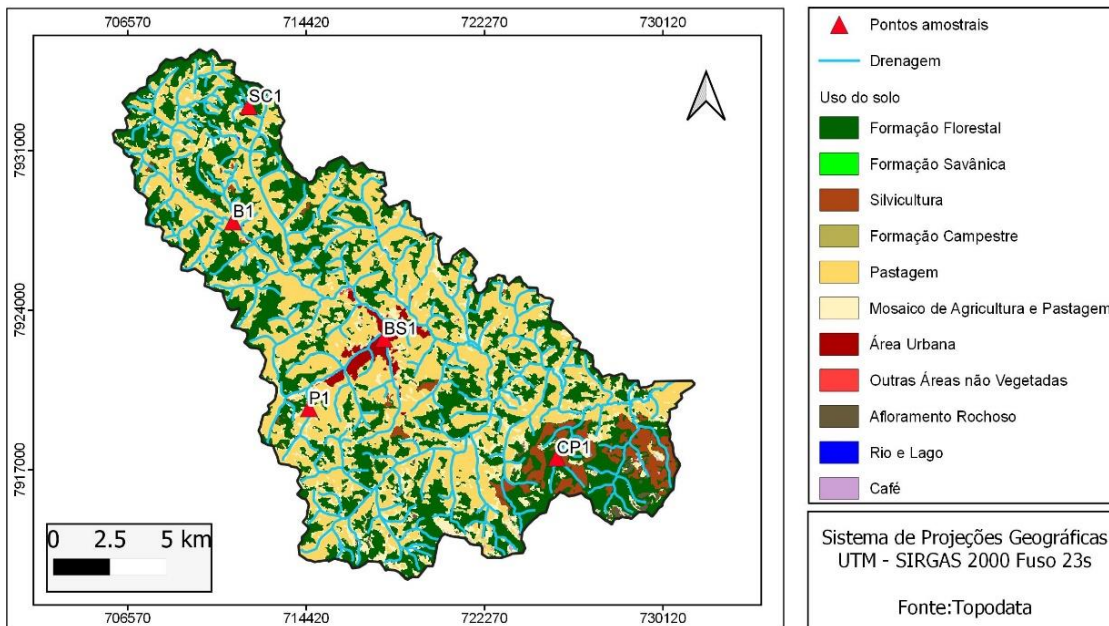


Figura 01 - Mapa de uso e ocupação da bacia do Ribeirão Graipu - MG com os pontos pré-selecionados para conferência.

Fonte: autores

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica se relaciona com o nível de intervenção antrópica sobre os fatores naturais. Através disso, pode-se inferir que quando há uma maior preservação de um local, maior será a qualidade da água. Verificando o uso da bacia do Graipu infere-se que a água da bacia pode ter problemas de qualidade e quantidade, uma vez que a porcentagem de solos alterados se soma em mais de 67%. Costa *et al.* (2023b) realizaram uma avaliação de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão Graipu, utilizando os anos de 2000 e 2020 como referência, e verificaram um pequeno aumento das áreas urbanas, silvicultura, formação florestal e mosaico de agricultura na área bem como uma leve redução no uso do solo para fins de pastagens, porém, essa alteração não elevou consideravelmente a porcentagem de áreas cobertas de nativas nem demonstrou indícios de recuperação da bacia, assim como foi observado nesse estudo.

Através da análise do mapa e de imagens satélites, foram selecionados apenas dois trechos na parte alta da bacia, nos córregos Barbosa e Santa Cruz, dois na média, nos córregos Vermelho e Bom Sucesso, e apenas um na parte baixa, no ribeirão Cachoeira das Pombas (quadro 01). Esperava-se que, principalmente na porção superior de cada contribuinte do Graipu, houvesse áreas consideradas íntegras, como previsto por Moreno *et al.*, (2009), que relatam que os sítios referências costumam ser pontos nas cabeceiras de rios, dentro de áreas de preservação permanente (APP), Unidades de Conservação (UC) ou áreas de Reserva Legal (RL). Devido à baixa ocorrência dessas áreas protegidas na bacia, não foi possível pré-selecionar mais sítios nesses trechos. Costa *et al.* (2023b) mostraram em análise temporal do uso do solo em APPs da sub-bacia do Graipu, considerando mata ciliar de rios e nascente, um aumento na cobertura vegetal de 26% para 32% de 2000 para 2020, mas esse valor é pouco ao verificar que quase metade das áreas que deveriam ser destinadas para APP na bacia, ainda são pastagens.

Quadro 1 – Geolocalização dos pontos pré-selecionados como possíveis sítios de referência na bacia do Ribeirão Graipu, Guanhães-MG.

Ponto	Localização	
Barbosa	18°43'46,67" S	42°59'48,85" W
Santa Cruz	18°41'01,94" S	42°59'27,14" W
Vermelho	18°48'12,04" S	42°57'51,53" W
Bom Sucesso	18°46'31,82" S	42°55'58,80" W
Cachoeira das Pombas	18°49'18,16" S	42°51'38,37" W

Fonte: Autores

O PAR foi aplicado nos 5 trechos (quadro 02). Segundo Costa *et al.* (2023a), o protocolo contribui para a padronização dos dados ao proporcionar um panorama qualitativo de cada ponto amostral, resultando em uma avaliação completa das condições ecológicas dos habitats.

Quadro 02 - Características físicas do habitat avaliada pela aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida nos sítios pré-selecionados na sub-bacia do ribeirão Graipu.

Parâmetros	Barbosa	Santa Cruz	Vermelho	Bom Sucesso	Cachoeira das Pombas*
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água;	2	2	0	0	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito;	4	2	2	4	4
3. Alterações antrópicas;	2	2	2	0	4
4. Cobertura vegetal no leito;	4	4	4	4	4
5. Odor da água;	4	4	4	4	4
6. Oleosidade da água;	4	4	4	4	4
7. Transparência da água;	2	2	4	2	4
8. Odor do sedimento (fundo);	4	4	4	4	4
9. Oleosidade do fundo;	4	4	4	4	4
10. Tipo de fundo;	2	4	2	4	2
11. Tipos de fundo (habitats);	3	2	3	2	5
12. Extensão de rápidos;	3	3	2	5	5
13. Frequência de rápidos;	5	5	5	5	5
14. Tipos de substrato;	3	3	0	0	0
15. Deposição de lama;	2	0	0	5	0
16. Depósitos sedimentares;	3	3	2	3	5
17. Alteração no canal do rio;	3	0	2	2	5
18. Características do fluxo das águas;	5	2	3	2	5
19. Presença de mata ciliar;	2	2	0	0	5
20. Estabilidade das margens;	5	5	2	3	5
21. Extensão da mata ciliar;	0	2	0	0	5
22. Presença de plantas aquáticas.	5	3	5	2	5
Total (IFH**)	71	62	54	59	88
Resultado	Referência	Referência	Alterado	Alterado	Referência

* A descrição completa desse ponto com a avaliação por PAR da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada por Costa *et al.* (2023a). **IFH: Índice de Funcionalidade de Habitat
Fonte: autores.

Ao avaliar o IFH gerado pelo PAR, dois pontos foram descartados. O trecho do ribeirão Bom Sucesso, afluente do ribeirão Vermelho, apesar de possuir partes de margens com cobertura nativa, apresenta intensa ocupação agrária, inclusive com nascentes de afluentes ocupados por bulbalinocultura, diminuindo o score da avaliação. O ribeirão Vermelho é o principal afluente da margem direita do ribeirão Graipu e quase toda sua extensão passa pela região urbana de Guanhães recebendo, em diversos trechos, efluente

doméstico. O trecho pré-selecionado, apesar de não possuir ocupação urbana, apresenta alguns assentamentos ao redor e muita alteração antrópica. Os trechos nos ribeirões Barbosa, Santa Cruz e Cachoeira das Pombas apresentaram scores considerados Referência (Fig. 02).

O ribeirão Barbosa, nasce em Sabinópolis e forma o ribeirão Graipu, o trecho alto do ribeirão é de difícil acesso com áreas de mata nativa e declivosa. Quando o ribeirão deixa de ter característica de nascente e passa ter maior fluxo d'água e largura, já começa a ocupação ao redor, mesmo com score de referência, foi observado despejos de esgoto bem como presença de animais, além disso, o trecho não possui largura mínima de mata ciliar exigida por lei. O ribeirão Santa Cruz, principal afluente da margem esquerda do ribeirão Graipu apresenta vários pontos com pequenos barramentos desde sua nascente, que é brejosa, descaracterizando o ambiente e apresentando fundo lamoso e arenoso ao rio, influenciando negativamente a diversidade de habitats. Apesar do trecho selecionado de ter mata ciliar, a mesma é estreita e descontínua com grande presença de espécies exóticas e gramíneas.

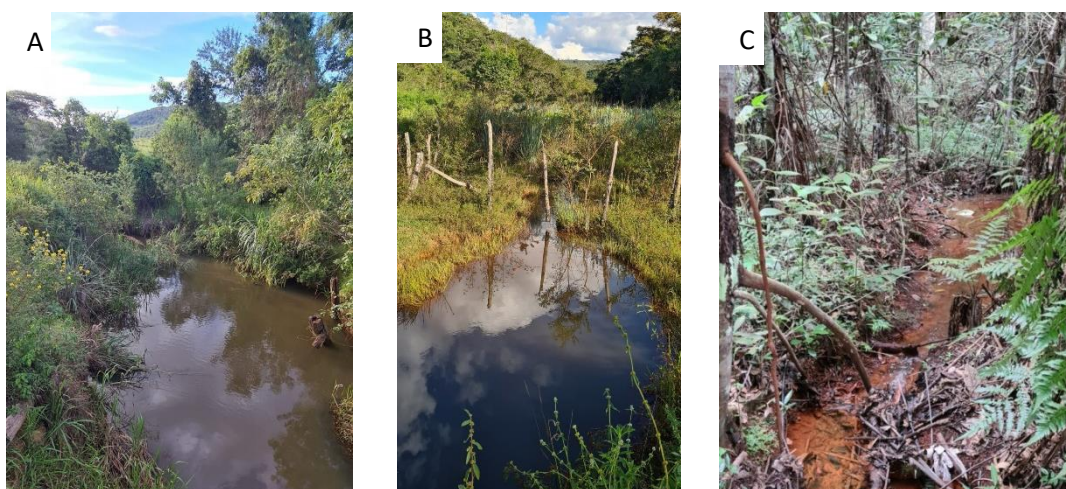


Figura 02 – Pontos pré-selecionados como referência da bacia do Graipu – MG. A) Barbosa B) Santa Cruz C) Cachoeira das Pombas

Fonte: autores.

Apenas na porção inferior do ribeirão Graipu foi encontrado um trecho de mata com um nível de interferência menor do que as demais áreas analisadas. Essa área pertence a sub-bacia do ribeirão Cachoeira das Pombas, e é uma área de compensação ambiental de uma empresa de celulose atuante na região. Este ponto foi o único encontrado dentro da bacia de estudo que apresentou faixas de mata ciliar com a largura mínima exigida por lei para rios até 10 m de largura, a saber, 30 metros de mata ciliar em cada margem (BRASIL, 2012). Apresentou diversidade de habitats com pedras, cascalhos, folhiços, areia e lama, áreas de remanso e correnteza além de estabilidade de margem e ausência de ocupação humana. Notou-se que a mata ciliar presente faz limite com áreas de plantio de eucalipto, o que diminuiu o score do PAR, mas como foi o único local dentro da bacia com uma mínima conservação, optou-se por selecioná-lo como principal sítio de referência da sub-bacia do ribeirão Graipu.

Para validar a aplicação do PAR e seleção desse trecho como sítio referência, o mesmo foi comparado com o resultado do PAR aplicado na Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Estadual Serra do Candonga (PESC), também em Guanhães, porém, pertencente à bacia do Rio Doce e bacia do Rio Santo Antônio. O PAR do PESC atingiu um IFH de 90 pontos, sendo considerado sítio de referência e validado com análise da integridade biótica utilizando os macroinvertebrados bentônicos que, segundo o índice BMWP foi considerado uma área de excelente qualidade de água (COSTA *et al.*, 2023a e dados ainda não publicados). A proximidade da pontuação da avaliação do PAR no sítio referência na Cachoeira das Pombas e do PESC sugerem que o trecho selecionado pode ser considerado com sítio de referência para a sub-bacia do ribeirão Graipu.

CONCLUSÕES:

A sub-bacia do ribeirão Graipu apresenta-se degradada e alterada de acordo com os resultados apresentados no Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), sendo um dos principais motivos da degradação, o uso da terra com atividades agrossilvopastoris. Observa-se ausência de trechos com mata ciliar preservada, o que dificultou a seleção de sítios referência, sendo que o trecho de maior cobertura de mata nativa e integridade foram encontrados apenas na porção inferior da sub-bacia, numa área de compensação

ambiental particular. Nesse trecho, apesar da presença de plantios de eucalipto, o sítio foi considerado como referência pela análise do PAR. A pesquisa demonstra a necessidade da criação de projetos de restauração ambiental e revitalização da sub-bacia do ribeirão Graipu, objetivando o monitoramento da qualidade e vazão da água, garantindo o reestabelecimento dos bens e serviços ecossistêmicos. Esses resultados subsidiaram o projeto de monitoramento da bacia do ribeirão Graipu com enfoque nos macroinvertebrados bentônicos, culminando no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos (em desenvolvimento) e formação de pessoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BAILEY, R. C., R. H. NORRIS & T. B. REYNOLDSON. **Bio-assessment of freshwater ecosystems using the reference condition approach**. Kluwer Academic Publishers, New York. 2005
- 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.
- BRASIL, **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 mar 2005.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, 91-98, 2002.
- COSTA, E. C. S., CALLISTO, M.; GOMES, P.; WOLFF, G.; CETRA, M. Protocolo tecnológico de aplicação para restauração de ecossistemas ripários, utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores, e a roda da recuperação como ferramenta de restauração. **Zenodo**. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7657478>. 2023a. Disponível em: <https://zenodo.org/record/7657478> Acesso em: 09 de jun. 2023.
- COSTA, E. C. S.; SILVA, J. G. M.; CARVALHO, G. W. de A.; SILVA, J. M. S. Avaliação do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão Graipu (MG): Uma proposta de conservação das áreas de proteção permanente (APP's). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. e7712441009, 2023b. DOI: 10.33448/rsd-v12i4.41009. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41009>. Acesso em: 09 jun. 2023.
- HOLT, E. A. **Bioindicadores**: Usando Organismos para Medir Impactos Ambientais. Nature Education Knowledge. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/> 2010.
- HUGHES, R. M., DUNHAM, S., MAAS-HEBNER, K. G., YEAKLEY, J. A., HARTE, M., MOLINA, N., SHOCK, C. C., & KACZYNSKI, V. W. A Review of Urban Water Body Challenges and Approaches: (2) Mitigating Effects of Future Urbanization. *Fisheries*, 39(1), 30–40. 2014 <https://doi.org/10.1080/03632415.2014.866507>
- IBGE. **Estimativa de população no Município de Guanhães**. Avaliação em 2021. IBGE. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/guanhaes/panorama> Acesso em: 09 de jun. de 2023.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Volume I. Relatório Final. Belo Horizonte: IGAM, 2010. 478 p. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/969>
- MORENO, P.; FRANÇA, J. S.; FERREIRA, W. R. PAZ, A.D.; MONTEIRO, I. M.; CALLISTO, M. Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a neotropical basin. **Hydrobiologia**, 630, pages231–242 (2009).
- SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Portaria SAAE Guanhães 31/2006** que dispõe sobre Programa “Graipu água e vida”. Disponível em: <https://saaeguanhaes.com.br/uploads/pagina/4465/Hu2RvBMwYA2HKfkyKWx3S2GGmYZfE5U.pdf>
- SILVA, L.P.; COSTA, E.C.S.; MESQUITA, E.P.B.; GOMES, P.P.; WOLFF, G. Uso e ocupação da bacia do ribeirão Graipu, Guanhães-MG.p: 92-99, 2022. In: Pereira, Giuslan Carvalho; Gomes, Patrícia Pereira; Amaral, Sandra Regina do (org.). **Diálogos e práticas em Ciências Biológicas** [recurso eletrônico] / São João Evangelista, MG: Instituto Federal de Minas Gerais, 2022. Disponível em: [https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/ebooks/ciencias-natureza/Di%C3%A1logos e Pr%C3%A1ticas em Ci%C3%A2ncias Biol%C3%B3gicas ISBN 978-65-5876-164-8.pdf](https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/ebooks/ciencias-natureza/Di%C3%A1logos%20e%20Pr%C3%A1ticas%20em%20Ci%C3%A2ncias%20Biol%C3%B3gicas%20ISBN%20978-65-5876-164-8.pdf) Acesso em: 05 de jun. 2023.
- STODDARD, J. L., D. P. LARSEN, C. P. HAWKINS, R. K. JOHNSON & R. H. NORRIS. Setting expectations for the ecological conditions of streams: the concept of reference condition. **Ecological Applications** 16: 1267–1276, 2006.