

WENDER LUCAS DE ALMEIDA

**MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA
APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE
RIACHO: Avaliação utilizando produtores rurais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Hygor Aristides Victor Rossoni

**FLORESTAL – MINAS GERAIS
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal

T

A447m
2023
Almeida, Wender Lucas de, 1985-
Monitoramento participativo dos recursos hídricos por meio da aplicação de um protocolo de avaliação rápida de habitat de riacho: avaliação utilizando produtores rurais / Wender Lucas de Almeida. – Florestal, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (240 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Hygor Aristides Victor Rossoni.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcaf.2023.005>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Hidrologia. 2. Habitat aquático. 3. Disponibilidade hídrica. 4. Riachos. 5. Avaliação. I. Rossoni, Hygor Aristides Victor, 1980-. II. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. III. Título.

CDD 23 ed. 551.48


WENDER LUCAS DE ALMEIDA

**MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA
APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE
RIACHO: Avaliação utilizando produtores rurais**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de março de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 WENDER LUCAS DE ALMEIDA
Data: 05/05/2023 19:59:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wender Lucas de Almeida
Autor

Documento assinado digitalmente
 HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI
Data: 05/05/2023 10:54:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Hygor Aristides Victor Rossoni
Orientador

*A Deus, meus pais, irmãos,
familiares e amigos que
me apoiaram*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, detentor de todo o conhecimento, único digno de toda glória, honra, mérito e todo louvor, que me deu a vida e me concedeu a bênção de realizar este sonho.

Aos meus amados pais que me apoiaram e me ensinaram o valor dos estudos, aos meus irmãos e demais familiares que me apoiaram.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador professor Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni, que contribuiu substancialmente para a conclusão deste trabalho, procedendo sempre de forma amigável, cordial, esclarecedora, contribuindo com seu conhecimento acadêmico e sua experiência como um orientador exemplar.

Aos demais professores e funcionários da Universidade Federal de Viçosa (UFV), assim como aos meus colegas de curso pela troca de experiências e pela convivência.

Ao Dr. Luciano dos Santos Rodrigues, professor da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que contribuiu para conclusão deste trabalho, mediante aos diversos esclarecimentos e sugestões concedidas de forma paciente e cordial.

Ao Dr. Marcos Callisto, professor da Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG, por me convidar para cursar a disciplina de Ecologia e Conservação de Riachos de Cabeceira, bem como pelas instruções e esclarecimentos que contribuíram significativamente para conclusão deste trabalho.

Aos voluntários e a equipe de apoio que participaram do estudo de campo realizado em 25/06/2022 para aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida.

Por fim, e não menos importante, ao Sr. Isaias de Barros Abreu (Secretário Municipal de Meio Ambiente de Igarapé) e ao Sr. Arnaldo de Oliveira Chaves

(Prefeito Municipal de Igarapé), que permitiram meu acesso ao Programa de Mestrado da UFV de forma que conciliasse as minhas atividades diárias enquanto servidor efetivo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) às atividades do Mestrado. Além disso, agradeço também aos demais servidores da SEMA que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram com este trabalho.

Muito obrigado!

*“Se, a princípio, a ideia não é absurda,
então não há esperança para ela.”*

(Albert Einstein)

BIOGRAFIA

Wender Lucas de Almeida, filho de Ildécio Lucas de Almeida e Alvarina da Consolação Almeida, nasceu em 07 de novembro de 1985, na cidade de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais e morou por 8 anos na cidade de Ibirité-MG. Com 8 anos de idade mudou-se para a cidade de Betim-MG onde reside até hoje.

Ao cursar a disciplina de Ciências no ensino fundamental começou a gostar dessa área bem cedo e durante o ensino médio já queria se tornar um Biólogo porque a que mais o fascinava eram as Ciências Biológicas. Vários aspectos como a complexidade dos seres vivos, suas relações, fisiologia, evolução e diversidade, desde muito cedo já despertavam sua curiosidade e atenção. Como não tinha condições financeiras para cursar uma graduação, em 2007 começou a fazer o curso de Técnico Ambiental e de Segurança do Trabalho pela Escola Técnica de Formação Gerencial de Contagem (ETFG) para obter um emprego com melhor remuneração e assim conseguir custear a graduação em Ciências Biológicas.

Em julho de 2008 formou-se no curso técnico e em janeiro de 2009 entrou para Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Betim, na Divisão de Licenciamento Ambiental, onde trabalhou até setembro de 2012 adquirindo considerável conhecimento e experiência na área ambiental. Em 2009 também iniciou seus estudos de graduação no curso de Ciências Biológicas na Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC), unidade de Betim, com muita alegria no coração de poder estar realizando um grande sonho.

Na Divisão de Licenciamento Ambiental de Betim desenvolveu as seguintes atividades: Análise técnica de processos de licenciamento ambiental (LAS, LP, LI, LO, LOC, RLO); análise técnica de Planos de Gerenciamento de Resíduos e suporte na gestão municipal de resíduos de serviços de saúde junto a Divisão de Serviços Ambientais e Vigilância Sanitária Municipal; cadastramento de transportadoras de produtos/resíduos perigosos e suporte na classificação de empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental de acordo com a Deliberação Normativa nº 74/2004 do COPAM e Deliberação Normativa nº 01/2004 do CODEMA. Além das atividades citadas, também foi representante titular da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Betim na Comissão Estadual Permanente de Apoio ao Gerenciamento

dos Resíduos de Serviços de Saúde de Minas Gerais (CEAGRESS), criada pela Resolução SES nº 1.166, de 07 de maio de 2007.

Em 2012 formou-se no curso de Ciências Biológicas e ao ter ciência de um processo seletivo para o cargo de Assistente Ambiental na Superintendência de Regularização Ambiental (SURA) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), decidiu concorrer a vaga, mesmo tendo se graduado há pouco tempo. Para honra e glória do Senhor Jesus foi aprovado em 1º lugar no processo seletivo da SEMAD e com isso, deixou a Divisão de Licenciamento Ambiental de Betim para trabalhar na Diretoria de Apoio Técnico e Normativo (DITEN) da SURA, onde foi colaborador até abril de 2014 desenvolvendo as seguintes atividades: Participação na elaboração de normas ambientais do Estado de Minas Gerais como a Deliberação Normativa nº 217/2007 do COPAM e de termos de referência de estudos ambientais; apoio ao desenvolvimento e a execução de atividades técnicas relativas à regularização ambiental, regulação, controle, licenciamento, ordenamento dos recursos naturais, conservação dos ecossistemas, da flora e da fauna; análise de processos de regularização ambiental inclusive Outorga de direito de uso da água.

Com muita determinação e fé deu continuidade aos seus estudos ingressando em 2013 no Curso de Especialização em Biologia Marinha e Oceanografia pelas Universidades Integradas Maria Thereza (FAMATH) localizada no Município de Niterói – RJ, sendo esta uma experiência muito agradável e inesquecível devido ao seu amor pela área. Formou-se na especialização em 2015, sendo aprovado na apresentação de seu trabalho de conclusão de curso com o título: *Avaliação de Duas Metodologias Não Destrutivas Como Proposta de Monitoramento de Organismos Bentônicos de Costões Rochosos*.

Ainda em 2014 foi aprovado no concurso público para o cargo de Biólogo na Prefeitura Municipal de Igarapé. Entre 2015 e 2016 e posteriormente em 2017 trabalhou como Biólogo coordenador do Departamento de Recursos Hídricos (RHID) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) de Igarapé – MG por meio de contrato com base na classificação do concurso.

Como contratado atuou no Departamento de RHID com as seguintes atividades: Monitoramento, fiscalização, realização de vistorias e emissão de

relatórios e pareceres sobre a integridade dos recursos hídricos do município; análise técnica de processos de intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs); coordenação e execução de projetos produtores de águas com a recuperação de APPs e análise quali-quantitativa da água; apoio técnico as atividades de regularização ambiental (Licenciamento Ambiental, Outorga, entre outros); Gestor da Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé).

Graças ao Bom Deus, em maio de 2019 ingressou na Divisão de Regularização e Licenciamento Ambiental (DRLA) da SEMA de Igarapé – MG como colaborador concursado efetivo, onde trabalha atualmente, desenvolvendo as seguintes atividades: Análise de processos de regularização ambiental, requerimentos para supressão de vegetação; análise de Viabilidade Ambiental para Alvará de Localização e Funcionamento; Gestor da APA de Igarapé; membro da Unidade Gestora do Projeto Produtor de Águas “Guardião dos Igarapés”; realização de coletas de água, sedimentos de fundo, vegetais e medição de vazão para o monitoramento da qualidade da água pelo Projeto Guardiã dos Igarapés; membro titular da Comissão Permanente de Regularização Fundiária do Município de Igarapé – MG; realização de fiscalização ambiental, inclusive em atendimento a demandas do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, entre outras atividades.

Em 2021 ingressou no mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da Universidade Federal de Viçosa (UFV *campus* Florestal) e desenvolveu sua pesquisa na área de ecologia de riachos e monitoramento participativo dos recursos hídricos, realizando a defesa de sua dissertação em 31 de março de 2023 obtendo a aprovação da banca, realizando mais um grande sonho com a benção de Deus! Agora suas intenções são buscar fazer o doutorado e dar prosseguimento aos estudos!

Observando toda a sua caminhada até o presente momento percebe-se que nunca se deve parar de sonhar e sempre se deve ter fé, foco e determinação para realização de novos sonhos e evoluir cada dia mais de todas as formas, porém com humildade, ética, virtude, serenidade e bondade no coração!

RESUMO

ALMEIDA, Wender Lucas de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2023. **Monitoramento participativo dos recursos hídricos por meio da aplicação de um protocolo de avaliação rápida de habitat de riacho: Avaliação utilizando produtores rurais.** Orientador: Hygor Aristides Victor Rossoni.

Os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) são empregados em programas de acompanhamento do estado de conservação de riachos pelas agências ambientais Norte Americanas desde o final da década de 80 e foram criados como ferramentas para possibilitar avaliações ambientais rápidas de baixo custo e fácil aplicação. Projetos envolvendo Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como o Produtor de Águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), necessitam de monitoramento periódico das ações executadas de modo a atender a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. O objetivo deste estudo foi verificar o desempenho de produtores/trabalhadores rurais e sítiantes (comunidade rural) como voluntários, em comparação com um grupo de profissionais com formação na área ambiental, na avaliação do habitat de riachos utilizando-se um PAR, para subsidiar a gestão participativa da comunidade rural no monitoramento de microbacias hidrográficas. A metodologia consistiu na aplicação de um PAR, por três grupos avaliadores voluntários, em quatro córregos dentro da Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé), no Município de Igarapé – MG. O primeiro grupo foi composto por 15 profissionais com formação na área ambiental, o segundo grupo foi composto por 11 produtores/trabalhadores rurais e sítiantes locais que passaram por treinamento prévio sobre os parâmetros do PAR e ecologia de riachos, o terceiro grupo também foi composto por 11 voluntários da comunidade rural, porém sem treinamento. Também foi calculado o Índice de Qualidade da Água (IQA) para os mesmos trechos avaliados com o PAR, subsidiado pelos resultados da 2ª campanha de monitoramento da qualidade da água (2021-2022) realizada pelo projeto “Guardião dos Igarapés”, na APA de Igarapé. Os resultados do IQA enquadraram a água dos pontos de coleta nas classes “Regular” e “Boa”, enquanto os resultados do PAR enquadraram os trechos avaliados nas categorias “Boa” e “Ótima”. Este trabalho abordou a hipótese de que a aplicação do PAR iria apresentar diferença significativa entre o grupo de voluntários leigos com

treinamento prévio em relação ao grupo sem treinamento, contudo não iria apresentar diferença significativa em relação ao grupo de profissionais. A hipótese foi parcialmente confirmada por meio dos testes estatísticos que evidenciaram diferença significativa ou marginalmente significativa predominantemente entre o grupo sem treinamento e o de profissionais. O teste de Fligner-Killeen constatou diferença significativa e/ou marginalmente significativa na variabilidade das respostas entre os grupos nos parâmetros 4, 5 e 10 no Córrego Curralinho; nos parâmetros 3 e 8 no Ribeirão Estiva; no parâmetro 3 no Córrego Batatal e em nenhum parâmetro no Córrego Mosquito, indicando a possível influência da experiência acumulada na avaliação de cada córrego, reduzindo progressivamente o número de parâmetros que tiveram diferença significativa e/ou marginalmente significativa. Foi demonstrado que o treinamento contribuiu para redução da variabilidade das respostas dos voluntários, sendo importante para trabalhos com voluntários de diferentes perfis no monitoramento dos recursos hídricos. Sugere-se a utilização do PAR no monitoramento de projetos produtores de águas que envolvam PSA, assim como em projetos que visam à participação social e ciência cidadã na aferição dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Protocolos. Habitat físico. Ecologia de riachos. Bacia hidrográfica. Gestão participativa. Monitoramento ambiental.

ABSTRACT

ALMEIDA, Wender Lucas de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2023. **Participatory monitoring of water resources through the application of a rapid assessment protocol of creek habitat: Assessment using rural producers.** Advisor: Hygor Aristides Victor Rossoni.

The Rapid Creek Habitat Assessment Protocols (RAPs) have been employed in stream conservation status monitoring programs by North American environmental agencies since the late 1980s and were created as tools to enable low-cost and easy-to-apply rapid environmental assessments. Projects involving Payment for Environmental Services (PES), such as the Water Producer of the National Water and Sanitation Agency (ANA), require periodic monitoring of the actions carried out to meet the National Policy for Payment for Environmental Services. The objective of this study was to verify the performance of farmers/rural workers and besiegers (rural community) as volunteers, compared to a group of professionals with training in the environmental area, in the assessment of the habitat of streams using a RAP, to subsidize the participatory management of the rural community in the monitoring of watersheds. The methodology consisted of the application of a RAP, by three volunteer assessment groups, in four streams within the Environmental Protection Area of Igarapé (EPA of Igarapé), in the Municipality of Igarapé – MG. The first group was composed of 15 professionals with training in the environmental area, the second group was composed of 11 farmers/rural workers and local besiegers who had undergone previous training on the parameters of RAP and stream ecology, the third group was also composed of 11 volunteers from the rural community, but without training. The Water Quality Index (WQI) was also calculated for the same sections evaluated with the RAP, subsidized by the results of the 2nd water quality monitoring campaign (2021-2022) carried out by the "Guardian of Igarapés" project, at the EPA of Igarapé. The WQI results classified the water of the collection points in the classes "Regular" and "Good", while the results of the RAP classified the evaluated sections in the categories "Good" and "Great". This study approached the hypothesis that the application of the RAP would present a significant difference between the group of lay volunteers with previous training concerning the group without training, however, it would not present a significant difference concerning the

group of professionals. The hypothesis was partially confirmed by statistical tests that showed a significant or marginally significant difference predominantly between the group without training and the professionals. The Fligner-Killeen test found a significant and/or marginally significant difference in the variability of responses between groups in parameters 4, 5 and 10 in the Curralinho Stream; in parameters 3 and 8 in the Estiva Stream; in parameter 3 in the Batatal Stream and no parameter in the Mosquito Stream, indicating the possible influence of the accumulated experience in the assessment of each stream, progressively reducing the number of parameters that had a significant and/or marginally significant difference. It was demonstrated that training contributed to reducing the variability of the volunteers' responses, being important for working with volunteers of different profiles in the monitoring of water resources. It is suggested to use the RAP in the monitoring of water-producing projects involving PES, as well as in projects aimed at social participation and citizen science in the assessment of water resources.

Keywords: Protocols. Physical habitat. Stream ecology. Watershed. Participatory management. Environmental monitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Fluxograma de PRISMA apontando o percurso metodológico de buscas de informações bibliográficas nas diferentes fases da revisão sistemática.....	47
Figura 02 - Temperatura máxima, mínima e precipitação em Igarapé – MG.....	73
Figura 03 – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Paraopeba - SF3, com destaque em Igarapé.....	75
Figura 04 – Município de Igarapé inserido na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.....	76
Figura 05 – Perímetro do Município de Igarapé, da APA contendo sua rede hidrográfica e a localização dos trechos de córregos avaliados.....	77
Figura 06 – Ponto 1 no Córrego Curralinho.....	78
Figura 07 – Ponto 2 no Ribeirão Estiva.....	78
Figura 08 – Ponto 3 no Córrego Batatal.....	79
Figura 09 – Ponto 4 no Córrego Mosquito.....	79
Figura 10 – Campanha de monitoramento da qualidade da água do Projeto Guardião dos Igarapés. A) Coleta de água no Córrego Curralinho; B) Coleta de vegetais no Córrego Batatal.....	83
Figura 11 – Localização do trecho avaliado do Córrego Curralinho.....	91
Figura 12 – Trecho avaliado do Córrego Curralinho.....	92
Figura 13 – Localização do trecho avaliado do Ribeirão Estiva. A) Vista aérea do trecho obtida por meio de drone; B) Trilha de acesso ao córrego; C) Vista horizontal de parte da bacia, a montante do trecho avaliado, com destaque para a posição do canal; D) Ribeirão Estiva.....	96
Figura 14 – Localização do trecho avaliado do Córrego Batatal. A) Vista aérea da área; B) Vista aérea evidenciando abertura no dossel na área avaliada.....	100
Figura 15 – Trecho avaliado do Córrego Batatal. A) Entrada da trilha de acesso ao ponto de avaliação; B) Córrego Batatal.....	100
Figura 16 – Localização do trecho avaliado do Córrego Mosquito.....	103

Figura 17 – Trecho do Córrego Mosquito que foi avaliado. A) Córrego no lado Noroeste da ponte; B) Córrego lado Sudeste da ponte; C) Estrada de servidão paralela ao córrego (lado Sudeste); D) Plantação de milho ao lado do curso d’água (lado Noroeste).....	104
Figura 18 – Resultados do IQA para o Ponto 1 – Córrego Curralinho.....	108
Figura 19 – Resultados do IQA para o Ponto 2 – Ribeirão Estiva.....	108
Figura 20 – Resultados do IQA para o Ponto 3 – Córrego Batatal.....	109
Figura 21 – Resultados do IQA para o Ponto 4 – Córrego Mosquito.....	109
Figura 22 – Localização dos pontos de avaliação dos córregos e hidrografia da APA de Igarapé.....	136
Figura 23 – Preparação dos voluntários para realização das avaliações em campo. A) Treinamento dos produtores/trabalhadores rurais e sítiantes (Grupo T); B) Voluntários recebendo instruções básicas sobre o preenchimento da ficha de avaliação.....	140
Figura 24 – Voluntários e equipe de apoio da pesquisa que participaram das avaliações em campo.....	145
Figura 25 – Avaliação do Ponto 1 no Córrego Curralinho. A) voluntários em cima da ponte sobre o Córrego Curralinho; B) margem lado sul do Córrego Curralinho.....	145
Figura 26 – Avaliação do Ponto 2 no Ribeirão Estiva. A) Trilha de acesso ao ponto de avaliação; B), C) e D) Voluntários em processo de avaliação do trecho.....	146
Figura 27 – Avaliação do Ponto 3 no Córrego Batatal. A) Voluntários ao lado do córrego e uma edificação abandonada no lado oposto B) Voluntários em processo de avaliação do trecho.....	146
Figura 28 – Avaliação do Ponto 4 no Córrego Mosquito. A) e B) Voluntários em cima da ponte sobre o curso d’água; C) Córrego lado Sudeste da ponte; D) Córrego lado Noroeste da ponte.....	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (pontuação total) das avaliações com o PAR nos trechos de córregos.....	87
Gráfico 02 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córregos Curralinho.....	89
Gráfico 03 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Ribeirão Estiva.....	93
Gráfico 04 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córrego Batatal.....	98
Gráfico 05 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córrego Mosquito.....	102
Gráfico 06 – Resultados do IQA para cada ciclo e para média de cada ponto.....	111
Gráfico 07 – Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Curralinho.....	151
Gráfico 08 – Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Ribeirão Estiva.....	157
Gráfico 09 – Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Batatal.....	163
Gráfico 10 – Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Mosquito.....	169
Gráfico 11 - Comparação das variáveis categóricas do Questionário (1º parte).....	173
Gráfico 12 - Comparação das variáveis categóricas do Questionário (2º parte).....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classes do Índice de Qualidade da Água (IQA) e seu significado.....	85
Tabela 02 - Dados estatísticos referentes à pontuação total nas avaliações com o PAR em cada trecho de córrego.....	86
Tabela 03 - Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Curralinho.....	88
Tabela 04 - Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Ribeirão Estiva.....	92
Tabela 05 - Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Batatal.....	97
Tabela 06 - Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Mosquito.....	101
Tabela 07 – Dados estatísticos dos laudos de análise da água dos quatro ciclos de coleta referentes aos parâmetros utilizados no IQA.....	105
Tabela 08 – Resultados do IQA para cada ciclo e para a média dos ciclos..	110
Tabela 09 - Classes de enquadramento do CT.....	112
Tabela 10 – Categorias de classificação do IAP.....	113
Tabela 11 – Resultados das avaliações de cada ponto com aplicação do PAR e do IQA.....	114
Tabela 12 – Categorias relacionadas à soma da pontuação no Protocolo de Avaliação Rápida – PAR.....	139
Tabela 13 – Resultado das avaliações de cada ponto pelos voluntários – pontuação média.....	144
Tabela 14 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Curralinho.....	148
Tabela 15 - Comparação das variáveis entre os grupos – Ribeirão Estiva...	154
Tabela 16 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Batatal..	160

Tabela 17 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Mosquito.....	166
Tabela 18 - Comparação das variáveis categóricas entre os grupos – Questionário posterior.....	171

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Palavras-chave utilizadas na pesquisa em Português, Inglês e Espanhol.....	44
Quadro 02 - Referências bibliográficas selecionadas para comporem a revisão sistemática de literatura.....	49
Quadro 03 – Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) utilizado no estudo.....	81
Quadro 04 – Datas das coletas realizadas para a 2º Campanha de Monitoramento da Água – Projeto Guardião dos Igarapés.....	83
Quadro 05 – Parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA) e seus respectivos pesos.....	84
Quadro 06 - Pontos Avaliados Pelos Voluntários.....	135
Quadro 07 – Divisão dos grupos de avaliadores para aplicação do PAR....	137
Quadro 08 – Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho.....	139
Quadro 09 – Itens que integraram o questionário de autoavaliação.....	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Proteção Ambiental
APE	Área de Proteção Especial
APP	Área de Preservação Permanente
BIREME	Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde
BMWP	Biological Monitoring Working Party
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CTSA	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
EA	Educação Ambiental
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EPA	Agência de Proteção Ambiental
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FEPE	Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão
GM	Gabinete do Ministro da Saúde
GO	Goiás
Grupo NT	Grupo Não Treinado
Grupo P	Grupo de Profissionais
Grupo T	Grupo Treinado
IAP	Índice de Qualidade das Águas Brutas Para Fins de Abastecimento Público

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
IDE-SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IQA	Índice de Qualidade da Água
ISTO	Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas
ITE	Índice do Estado Trófico
MG	Minas Gerais
MS	Ministério da Saúde
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho
PFTHM	Potencial de Formação de Trihalometanos
PH	Potencial hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PR	Paraná
PRISMA	Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RJ	Rio de Janeiro
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RVS	Refúgio de Vida Silvestre
SC	Santa Catarina
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SEMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé
SF	São Francisco
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TO	Tocantins

UC	Unidade de Conservação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFT	Universidade Federal de Tocantins
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UPGRH	Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos
USA	United States of América
ZES	Zona de Empreendimentos Sustentáveis
ZEU	Zona de Expansão Urbana

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	27
1.1. Relevância e Justificativa.....	29
1.2. Caracterização do Problema de Pesquisa e Hipóteses de Estudo.....	30
1.3. Objetivos.....	31
1.3.1. Geral.....	31
1.3.2. Específicos.....	31
2. ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO E DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	33
REFERÊNCIAS GERAIS.....	35
3. CAPÍTULO I - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NA GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS: Uma revisão sistemática de literatura.....	38
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
3.1. INTRODUÇÃO.....	41
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.4. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
4. CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS INSERIDOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE IGARAPÉ.....	66
RESUMO.....	67
ABSTRACT.....	68
4.1. INTRODUÇÃO.....	69
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	72
4.2.1. Área de Estudo.....	72
4.2.2. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho...	80

4.2.3. Índice de Qualidade da Água (IQA).....	82
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
4.3.1. Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR).....	85
4.3.2. Análise do IQA.....	104
4.3.3. PAR Como Ferramenta Complementar no Monitoramento dos Recursos Hídricos.....	114
4.4. CONCLUSÃO.....	118
REFERÊNCIAS.....	121
5. CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE RIACHO PELA COMUNIDADE RURAL: Avaliação da variabilidade dos resultados como subsídio ao monitoramento participativo.....	128
RESUMO.....	129
ABSTRACT.....	131
5.1. INTRODUÇÃO.....	133
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	135
5.2.1. Área de Estudo.....	135
5.2.2. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida Pelos Voluntários.....	137
5.2.3. Questionário de Autoavaliação dos Participantes Após Execução do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR).....	141
5.2.4. Tratamento Estatístico dos Dados.....	142
5.2.5. Questões Éticas.....	143
5.3. RESULTADOS.....	143
5.3.1. Classificação dos Córregos Avaliados.....	143
5.3.2. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Curralinho.....	147
5.3.3. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Ribeirão Estiva.....	153
5.3.4. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Batatal.....	159
5.3.5. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Mosquito.....	165

5.3.6. Resultados do Questionário Aplicado Após a Avaliação dos Córregos.....	171
5.4. DISCUSSÃO.....	176
5.4.1. Adequação do PAR e Viabilidade do Uso da Comunidade Rural no Monitoramento Participativo dos Recursos Hídricos.....	176
5.4.2. Reflexão Sobre o Questionário Aplicado Após a Avaliação dos Córregos.....	184
5.5. CONCLUSÃO.....	186
REFERÊNCIAS.....	188
6. CAPÍTULO IV – PRODUTO TÉCNICO DE CUNHO DIDÁTICO E INSTRUCIONAL PARA A DIVULGAÇÃO DO PAR.....	192
6.1. APRESENTAÇÃO DO MANUAL ORIENTADOR.....	193
7. CONCLUSÃO GERAL.....	207
APÊNDICE A – SLIDES UTILIZADOS PARA A PALESTRA MINISTRADA AO GRUPO QUE RECEBEU TREINAMENTO (GRUPO T).....	209
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PARA APLICAÇÃO APÓS EXECUÇÃO DO PAR.....	216
APÊNDICE C - TESTE DE NORMALIDADE PARA AS VARIÁVEIS.....	219
APÊNDICE D - HISTOGRAMAS DAS VARIÁVEIS DO TESTE DE NORMALIDADE.....	220
APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE.....	225
APÊNDICE F - COMPARAÇÃO DAS VARIÂNCIAS DENTRO DE CADA GRUPO.....	229
APÊNDICE G - COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS DAS VARIÁVEIS CATEGÓRICAS ENTRE OS GRUPOS – QUESTIONÁRIO POSTERIOR.....	230
ANEXO I - PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV.....	232
ANEXO II – AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO PROJETO GUARDIÃO DOS IGARAPÉS.....	239

ANEXO III – DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE DOS TESTES ESTATÍSTICOS EM RELAÇÃO AOS DADOS E AO DELINEAMENTO AMOSTRAL, EMITIDA POR CONSULTORIA ESPECIALIZADA.....	240
---	------------

1. INTRODUÇÃO GERAL

É notório que os riachos e rios há tempos enfrentam continuamente ameaças à sua integridade e características naturais como vazão, regime hídrico, padrões físico-químicos da água, estabilidade das margens e condições para manutenção da diversidade e abundância das espécies aquáticas. Dentre as ameaças ocorrentes, a mais marcante é o aumento da população humana e sua crescente demanda por áreas para habitação e urbanização, bem como a ocupação de áreas para agricultura e pecuária (ALLAN, 1995).

Frente a crescente degradação dos recursos hídricos, o Estado tem estruturado um arcabouço normativo visando estabelecer limites, padrões e condições de uso dos recursos hídricos de forma sustentável para garantir o direito ao meio ambiente em pleno estado de equilíbrio ecológico, como determina o Art. 225 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988).

Apesar da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) prever a gestão descentralizada dos recursos hídricos com ações em conjunto entre poder público e sociedade civil (BRASIL, 1997), nota-se uma deficiência nas políticas públicas para viabilizar o monitoramento dos recursos hídricos com a participação das comunidades (DEL PRETTE, 2000), sendo que o Estado tem papel fundamental na institucionalização e na criação de mecanismos para a integração da sociedade nas diversas ações vinculadas a preservação desse recurso natural e na ampliação do seu diagnóstico em território nacional.

A degradação dos rios instiga mudanças a nível legal e institucional, como também a preocupação com a degradação ambiental provoca a necessidade de se definir métodos de avaliação eficientes com aptidão em auxiliar as decisões nos processos de gestão ambiental (RODRIGUES; CASTRO, 2008a).

Como exemplo de mobilização governamental em prol da preservação dos recursos hídricos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, destaca-se o Município de Igarapé – MG, que implantou desde 2014 na Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé) o Projeto “**Guardião dos Igarapés**”, com financiamento parcial do Programa Produtor de Águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pelo qual são desenvolvidas várias ações como

o plantio de espécies arbóreas nativas em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de córregos e nascentes, construção de barraginhas e terraços em nível para controle da erosão pluvial, monitoramento qualitativo e quantitativo da água, bem como efetua o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos produtores rurais participantes do projeto (ABREU *et al.*, 2022).

Para conhecimento da real situação de um curso d'água é preciso monitorá-lo com campanhas periódicas de avaliação utilizando métodos que ofereçam, além de qualidade e precisão adequada, baixo custo para sua execução. O monitoramento ecológico frequentemente utilizado e essencial para programas de avaliação de cursos d'água oferta uma gama de instrumentos hábeis para conjecturar possíveis impactos, conceber e implantar medidas mitigadoras adequadas para propiciar a reabilitação das condições ecológicas do ecossistema degradado (ELOSEGI *et al.*, 2017; FRANÇA *et al.*, 2019; HUGHES *et al.*, 2014).

Em observação ao aparato normativo brasileiro, nota-se a ênfase assertiva de se envolver a comunidade local na gestão dos recursos hídricos, como pode ser verificado na Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual dispõe como um de seus fundamentos no Art. 1º, Inciso VI, a gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) são utilizados em programas de monitoramento biológico de riachos pelas agências ambientais Norte Americanas desde o final da década de 80 e foram criados como ferramentas para possibilitar avaliações ambientais de baixo custo e fácil aplicação de modo a se alcançar um número maior de riachos em menor tempo (SILVEIRA, 2004).

Os PARs são definidos como instrumentos que reúnem métodos qualitativos e semiquantitativos, de um conjunto de características representativas dos aspectos ambientais que controlam e determinam os processos e funções dos ecossistemas lóticos (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012).

Por sua vez, um significativo instrumento utilizado na avaliação da qualidade da água bruta (sem tratamento) dos mananciais é o Índice de Qualidade da Água

(IQA), usado em diversos formatos adaptados como uma metodologia incorporadora em razão da conversão de várias informações, obtidas com os métodos quantitativos, em um número resultante (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003) que reflete uma classe de enquadramento, facilitando a compreensão dos resultados tanto para os gestores como para o público leigo.

Assim como os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho, o Índice de Qualidade da Água (IQA) apresenta formato didático interessante para compreensão da população sobre a qualidade dos mananciais monitorados. Couillard e Lefebvre (1985); House e Ellis (1980) *apud* Almeida e Schwarzbald (2003), ressaltam a relevância dos índices como instrumentos informativos, proporcionando um maior discernimento entre as pessoas sem conhecimento técnico específico e os personagens que atuam na gestão dos recursos ambientais.

Isto posto, os Protocolos de Avaliação Rápida são instrumentos passíveis de serem utilizados juntamente com os métodos quantitativos amplamente empregados nas avaliações periódicas de rios e riachos, avaliando em conjunto parâmetros determinantes qualitativamente, ligados aos componentes físicos dos habitats de riachos (RODRIGUES; CASTRO, 2008a), bem como têm sido utilizados como mecanismo de envolvimento da comunidade (BARBOUR *et al.*, 1999), apresentando potencial para estimular a sociedade, por conciliar a investigação especializada com o conhecimento prático das comunidades locais sobre as áreas avaliadas (MORAIS *et al.*, 2015).

1.1. Relevância e Justificativa

A avaliação da variabilidade dos resultados na utilização do Protocolo de Avaliação Rápida por produtores/trabalhadores rurais e sítiantes (comunidade rural) se faz necessária para verificar se os resultados a serem obtidos neste tipo de avaliação terão grau de precisão adequado, desta forma subsidiando a utilização da comunidade rural nas ações de monitoramento e conservação ambiental em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e áreas protegidas de uso sustentável, como forma de minimização de custos e visando a integração mais profunda e

empoderamento dos personagens locais nas referidas ações (OLIVEIRA; VELOSO; ROSSONI, 2021), com foco na ciência cidadã (FRANÇA *et al.*, 2019).

As avaliações periódicas com o PAR também poderão ser utilizadas para elaboração de um histórico de informações sobre a evolução ou regressão das condições ambientais das áreas vistoriadas, subsidiando a tomada de decisões na gestão da bacia hidrográfica.

Em especial, o referido estudo visou subsidiar o uso da comunidade rural na gestão participativa dos recursos hídricos em projetos produtores de água como o denominado “Guardião dos Igarapés”, implantado na bacia hidrográfica do Sistema Serra Azul no Município de Igarapé-MG, financiado parcialmente pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o qual inclui Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos produtores participantes cadastrados.

Projetos envolvendo PSA, como o Produtor de Águas da ANA, necessitam de monitoramento periódico das ações executadas, conforme verifica-se na Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (BRASIL, 2021). O presente estudo pode subsidiar o uso do método PAR no automonitoramento dos recursos hídricos pelos produtores rurais beneficiados pelo PSA.

1.2. Caracterização do Problema de Pesquisa e Hipóteses de Estudo

Na literatura científica mundial verificam-se vários estudos sobre aplicação de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) e sua adequação para avaliação de habitat de riacho utilizando-se aplicadores variados, tais como voluntários de diversas áreas, sendo estes profissionais com graduação nos cursos de Gestão Ambiental, Ciências Biológicas e Turismo (CIONEK; BEAUMORD; BENEDITO, 2011), professores e alunos do ensino fundamental e médio (FRANÇA *et al.*, 2019; GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012), alunos de cursos de graduação e pós-graduação em Ciências Biológicas e Ecologia (CALLISTO *et al.*, 2002; HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997), estudantes universitários de vários cursos (RODRIGUES; CASTRO, 2008b), contudo dois questionamentos (Q) sobre o tema devem ser respondidos:

Q1: Produtores/trabalhadores rurais e sítiantes podem ser aproveitados como executores de PARs em avaliações visuais de habitat de riachos visando sua integração na conservação dos recursos hídricos?

Q2: O treinamento dos produtores/trabalhadores rurais e sítiantes reduz a variabilidade nas referidas avaliações?

Com base nesses questionamentos, formulou-se a seguinte hipótese (H) de estudo:

H: A aplicação do PAR apresentará diferença significativa entre o grupo de voluntários leigos com treinamento prévio em relação ao grupo sem treinamento, entretanto não apresentará diferença significativa em relação ao grupo de profissionais com formação na área ambiental.

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

Verificar o desempenho dos produtores/trabalhadores rurais e sítiantes voluntários na avaliação do habitat físico de riachos dos pontos de estudo para subsidiar a gestão participativa da comunidade rural em ações de monitoramento ambiental em microbacias hidrográficas.

1.3.2. Específicos

I. Elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre o tema “**Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho e seu uso em ações de educação ambiental e monitoramento participativo de bacias hidrográficas**”;

II. Realizar a avaliação visual do habitat físico em trechos dos riachos indicados neste trabalho, por meio de um Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) executado por grupos de voluntários e calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA) dos mesmos trechos avaliados com o PAR;

III. Comparar os resultados obtidos pelos produtores/trabalhadores rurais e sítiantes, com os obtidos pelos profissionais com formação na área ambiental, na

aplicação de um PAR para verificar a possibilidade da utilização do referido protocolo pela comunidade rural no monitoramento participativo dos recursos hídricos;

IV. Elaborar um produto técnico de cunho didático e instrucional para a divulgação da técnica de avaliação e monitoramento participativo de recursos hídricos.

2. ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO E DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O presente trabalho foi elaborado e organizado em 4 capítulos, de forma que cada capítulo correspondeu a um objetivo específico, os quais irão subsidiar 3 publicações de artigos em periódicos científicos e a publicação de um manual orientador no intuito de divulgar os resultados obtidos neste estudo. Para melhor compreensão, segue a descrição do título de cada capítulo e sua ordenação:

➤ **CAPÍTULO I – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NA GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS: Uma revisão sistemática de literatura.**

Este capítulo corresponde ao estudo que visou atender o **Objetivo Específico I**: Elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre o tema “**Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho e seu uso em ações de educação ambiental e monitoramento participativo de bacias hidrográficas**”, para compreender o estado da produção científica sobre os PARs e subsidiar a reflexão quanto a sua viabilidade no escopo do diagnóstico e monitoramento participativo em planos de gestão de recursos hídricos.

A elaboração da revisão sistemática da literatura teve como referência metodológica as diretrizes preconizadas nos Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (Recomendação PRISMA) composta por um checklist que contem 27 itens e um fluxograma contendo quatro etapas especificadas para auxiliar os pesquisadores a aprimorarem a explanação de suas revisões sistemáticas da literatura e meta-análises (GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015). Cabe salientar que o presente estudo não abarcou a realização de síntese quantitativa com meta-análise.

➤ **CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS INSERIDOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE IGARAPÉ.**

Este capítulo visou atender o **Objetivo Específico II**: Realizar a avaliação visual de habitat em trechos dos riachos indicados neste trabalho, através da utilização de um PAR executado por produtores/trabalhadores rurais e sitiantes, assim como por profissionais com formação na área ambiental, classificando-os em ótima, boa, regular ou péssima condição ambiental e calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA) dos mesmos trechos avaliados com o PAR, com base nos resultados dos quatro ciclos de monitoramento da qualidade da água realizada entre os anos de 2021 e 2022 pelo Projeto Guardiã dos Igarapés.

➤ **CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE RIACHO PELA COMUNIDADE RURAL: Avaliação da variabilidade dos resultados como subsídio ao monitoramento participativo.**

Este capítulo correspondeu ao estudo que visou atender o **Objetivo Específico III**: Comparar os resultados obtidos pelos produtores/trabalhadores rurais e sitiantes, com os dos profissionais com formação na área ambiental, na aplicação de um PAR para verificar a possibilidade da utilização do referido protocolo pela comunidade rural no monitoramento participativo dos recursos hídricos.

➤ **CAPÍTULO IV – PRODUTO TÉCNICO DE CUNHO DIDÁTICO E INSTRUCIONAL PARA A DIVULGAÇÃO DO PAR.**

Por fim, este capítulo visou atender o **Objetivo Específico IV**: Elaborar um produto técnico de cunho didático e instrucional para a divulgação da técnica de avaliação e monitoramento participativo dos recursos hídricos. Para tanto, foi elaborado um manual orientador para instrução do público leigo sobre como usar o PAR, o qual foi fornecido a um grupo de produtores/trabalhadores rurais e sitiantes que atuaram como voluntários na presente pesquisa, logo após receberem um treinamento sobre ecologia de riachos e sobre os parâmetros do PAR que foi utilizado.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ABREU, I. B.; QUEIROZ, F. F.; NUNES, E. A.; ISHII, L. S.; RODRIGUES, L. S. PROJETO GUARDIÃO DOS IGARAPÉS: Programa de Produção e Conservação das Águas, Igarapé, Minas Gerais, Brasil. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, XIX., 2022, Poços de Caldas. **Anais**, Volume 14, n1. Poços de Caldas: Congresso de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2022. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/196%20-%20245458_projeto-guardiao-dos-igarapes--programa-de-producao-e-conservacao-das-guas.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- ALLAN, J. D. **Stream Ecology. Structure and function of running waters**. New York: Chapman & Hall, 1995.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.81-97, 2003.
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**, EPA 841-B-99-002, Second Edition. Washington: U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 18 abr. 2021.
- BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 11 jan. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 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 nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- 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 Limnológica de Brasil**, Rio Claro, v.14, n.1, p. 91-98, 2002.

CIONEK, V. M.; BEAUMORD, A. C.; BENEDITO, E. Protocolo de avaliação rápida do ambiente para riachos inseridos na região do Arenito Caiuá-Noroeste do Paraná. **Maringá: EDUEM**, p. 47, 2011.

ELOSEGI, A.; GESSNER, M. O.; YOUNG, R. G. River doctors: Learning from medicine to improve ecosystem management. **Science of the Total Environment**, v. 595, p. 294-302, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.188>.

DEL PRETTE, M. E. **Apropriação de recursos hídricos e conflitos sociais: a gestão das áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo**. 2000. 191f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.8.2000.tde-17052004-184134.

FRANÇA, J. S.; SOLAR, R.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. **Ambio**, v. 48, p. 867-878, 2019.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Brasília, v. 24, p. 335-342, 2015.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. 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.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

HUGHES, R. M. *et al.* A review of urban water body challenges and approaches:(2) mitigating effects of future urbanization. **Fisheries**, v. 39, n. 1, p. 30-40, 2014. <https://doi.org/10.1080/03632415.2014.866507>.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUSA, F.M.P.; MELO, W. G. P. O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 192-205, 2015.

OLIVEIRA, E. S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do rio Piumhi, Minas Gerais - Brasil. **Revista For Science**, Formiga, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnologica Brasiliense**, Sorocaba, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008b.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. 01. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. v. 01. 68p.

3. CAPÍTULO I - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NA GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS: Uma revisão sistemática da literatura

RESUMO

Os Protocolos de Avaliação Rápida foram criados como ferramentas de rápida aplicação e de baixo custo, sem prejuízo da qualidade das informações adquiridas. O objetivo deste estudo foi elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre a ferramenta aqui denominada como Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) (em suas diversas adaptações e nomenclaturas) e seu uso em ações de educação ambiental e monitoramento participativo de bacias hidrográficas, subsidiando a verificação de sua viabilidade no escopo do diagnóstico e monitoramento participativo em planos de gestão de recursos hídricos. A elaboração da revisão sistemática da literatura teve como referência metodológica as diretrizes preconizadas nos Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (Recomendação PRISMA). Com o resultado da análise dos 10 artigos obtidos na etapa de inclusão, foi possível concluir que os PARs apresentam grande potencial para ações de educação ambiental com diferentes públicos, assim como aptidão para realização de campanhas de monitoramento participativo de bacias hidrográficas, desde que seja atenuada a subjetividade da ferramenta através do treinamento dos voluntários, sendo também recomendado sua supervisão por algum monitor ou voluntário mais experiente no momento da avaliação. Dependendo da região de inserção do curso d'água a ser avaliado, são necessárias adaptações do PAR de modo a abarcar parâmetros que sejam mais representativos para as condições de referência dos sistemas fluviais, tanto no âmbito local como regional, em razão das características dos cursos d'água apresentarem variações relacionadas a alguns fatores como o clima, relevo, geologia, uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Avaliação. Rios. Monitoramento. Protocolos. Recursos hídricos. Educação. Avaliação visual.

ABSTRACT

The Rapid Assessment Protocols were created as tools for quick application and low cost, without prejudice to the quality of the information acquired. The objective of this study was to develop a systematic review of the literature on the tool here called the Rapid Assessment Protocol of Creek Habitat (RAP) (in its various adaptations and nomenclatures) and its use in environmental education actions and participatory monitoring of watersheds, subsidizing the verification of its feasibility in the scope of diagnosis and participatory monitoring in water resources management plans. The elaboration of the systematic review of the literature had as methodological reference the guidelines recommended in the Main Items to Report Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA Recommendation). With the result of the analysis of the 10 articles obtained in the inclusion stage, it was possible to conclude that the RAPs present great potential for environmental education actions with different audiences, as well as an aptitude for carrying out campaigns of participatory monitoring of river basins, provided that the subjectivity of the tool is attenuated through the training of volunteers, and its supervision is also recommended by some more experienced monitor or volunteer at the time of the assessment. Depending on the region of insertion of the watercourse to be evaluated, it is necessary to adapt the RAP to encompass parameters that are more representative of the reference conditions of the river systems, both at the local and regional levels, due to the characteristics of the watercourses presenting variations related to some factors such as climate, relief, geology, use and land occupation.

Keywords: Assessment. Rivers. Monitoring. Protocols. Water resources. Education. Visual assessment.

3.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a manutenção das sociedades humanas dependem da conservação dos recursos hídricos de água doce e dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos córregos e rios (KARR, 1999; LIGEIRO, 2013).

Os rios são fontes importantes para o fornecimento de água aos centros populacionais e provedores de diversos serviços ecossistêmicos. Todavia, de forma crescente, essas fontes de água vêm sofrendo diversos impactos que estão degradando sua qualidade e condições ecológicas naturais, por exemplo aqueles causados pela disposição irregular de resíduos sólidos, supressão da vegetação ripária, introdução de nutrientes acima do suportável, como os de origem orgânica, industrial e defensivos agrícolas (OLIVEIRA; VELOSO; ROSSONI, 2021).

Mesmo sendo notória sua importância para a manutenção da vida, os recursos hídricos têm sofrido constante degradação por meio das atividades antrópicas. As consequências do considerável aumento da população mundial constatado nos últimos 200 anos contribuíram de forma expressiva para deterioração das condições dos recursos hídricos. Assim como a escassez hídrica, a poluição dos rios e córregos vêm se destacando negativamente como um dos desfechos mais preocupantes, afetando a estabilidade dos ecossistemas, causando inúmeros transtornos relacionados à saúde e as atividades humanas no âmbito socioeconômico devido à dependência dos recursos hídricos (PEDROSO; COLESANTI, 2017; PHILIPPI JR.; MARTINS, 2005).

De acordo com Rodrigues e Castro (2008a) a apreensão sobre a degradação ambiental impele a urgência de se instituir metodologias hábeis tanto no diagnóstico, quanto no auxílio à tomada de decisões na gestão ambiental.

O monitoramento ecológico é regularmente utilizado em programas de avaliação de cursos d'água (HUGHES *et al.*, 2014). Tais programas oferecem ferramentas para definir e implantar ações que visam o diagnóstico preventivo e mitigação dos danos ambientais, assim como reabilitação das condições de ecossistemas degradados (ELOSEGI *et al.*, 2017; FRANÇA *et al.*, 2019).

Todavia, cabe salientar que as técnicas habitualmente utilizadas abrangendo parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de caráter quantitativo exigem

investimentos mais elevados e acabam representando a qualidade da água apenas no momento de amostragem não abrangendo os impactos ambientais acumulados durante o histórico de degradação (CALLISTO *et al.*, 2021). Tão importante quanto conhecer os níveis de concentração de substâncias poluentes e a composição da fauna em um curso d'água é também identificar o estado de conservação do habitat aquático. A condição do habitat físico é primordial em qualquer estudo relativo às comunidades biológicas, porque os organismos aquáticos comumente apresentam requisitos distintos de habitat que não são relacionados à qualidade da água (CALLISTO *et al.*, 2002; HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

De acordo com a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), em seu Art. 1º, Inciso VI, determina que um dos seus fundamentos é a gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997). Isto posto, nota-se a ênfase da necessidade de se envolver a comunidade local nos assuntos da gestão dos recursos hídricos, sendo o cidadão que reside na bacia hidrográfica peça fundamental para a mudança de paradigma.

A PNRH incorpora os princípios definidos na Conferência realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em Dublin (Irlanda) no ano de 1992, que abraçam a concepção de que a coletividade possui função primordial na defesa dos ecossistemas. Conforme dispõe a referida Conferência, a atuação da sociedade constitui-se como fato essencial para o êxito do monitoramento e gestão dos corpos hídricos, porque a consciência da sociedade referente à relevância da conservação dos recursos ambientais favorece a gestão (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008).

Para incentivar a participação popular nas questões ambientais e respeitar as determinações legais protetivas, não basta informar ao cidadão sobre a legislação e hábitos ambientalmente adequados. A informação transmitida sem a preocupação com a educação e sensibilização não pode prevenir todos os problemas, considerando que existem pessoas conscientes sobre hábitos e atitudes ecologicamente corretas e mesmo assim não as praticam ou se esforçam para aplicá-las (COERTJENS *et al.*, 2010; ELOSEGI *et al.*, 2017; SILLES, 2009). Tal situação sugere que, juntamente à implementação de medidas legais, a educação

pode ser eficaz para vencer a inclinação em ignorar riscos ambientais e consequentemente melhorar a gestão dos ecossistemas (ELOSEGI *et al.*, 2017), por exemplo a gestão dos recursos hídricos.

Quanto à forma de inserir o cidadão local nas questões ambientais e aumentar o alcance da avaliação dos ecossistemas aquáticos, destaca-se o monitoramento ecológico conduzido por comunidades locais, que pode oferecer abordagens realistas e efetivas para a aferição ambiental, assim como instrumentos que podem proporcionar o aumento da conscientização referente às prováveis resoluções de problemas locais e regionais (ANDRIANANDRASANA *et al.*, 2005; FRANÇA *et al.*, 2019) sendo ainda mais notório sua importância, quando associado à metodologias padronizadas, apresentando eficiência em diagnósticos ambientais em grande escala (FRANÇA *et al.*, 2019; SCHMELLER *et al.*, 2017).

Uma técnica que apresenta potencial tanto para a avaliação ecológica de riachos mais célere e com custo reduzido, quanto para envolver a sociedade local em um monitoramento participativo, é a denominada Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR)¹ como o da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EPA) (EPA, 1987) que vem sendo estudada e adaptada por vários pesquisadores ao longo dos anos (CALLISTO *et al.*, 2002; GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012; HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997; MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; PEDROSO; COLESANTI, 2017; RODRIGUES; CASTRO, 2008b).

Segundo Oliveira, Veloso e Rossoni (2021) os protocolos colaboram na avaliação da qualidade das águas, assim como na tomada de decisões em relação à futuras ações necessárias, além de apresentar considerável aptidão para o empoderamento e a inclusão das comunidades locais na gestão dos mananciais.

Vários estudos têm sido desenvolvidos abordando, pelo menos em algum momento, a discussão sobre o PAR como ferramenta de monitoramento participativo e/ou de educação ambiental, tais como: Callisto *et al.* (2002); Campos, Nucci e Oliveira (2021); França *et al.* (2019); Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Hannaford, Barbour e Resh (1997); Rodrigues e Castro (2008b); Rodrigues, Malafaia

¹ Em alguns estudos o PAR pode possuir outros nomes semelhantes, tais como Protocolo de Avaliação de Habitats Físicos; Protocolo de Avaliação Rápida de Rios; Protocolo Para Avaliação da Saúde de Rios e Lagoas; Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats.

e Castro (2008). Porém não foram verificados estudos abordando uma revisão sistemática da literatura nos últimos 10 anos que resumissem as principais constatações sobre o tema para proporcionar uma melhor reflexão concernente às potencialidades e limitações da utilização do PAR no diagnóstico e monitoramento participativo dos recursos hídricos.

Partindo deste contexto e considerando o cenário atual, o presente trabalho visa elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho e seu uso em ações de educação ambiental e monitoramento participativo de bacias hidrográficas, subsidiando a verificação de sua viabilidade no escopo do diagnóstico e monitoramento participativo em planos de gestão de recursos hídricos.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Entre março até dezembro de 2022 (dez meses) foram realizadas buscas por publicações utilizando as Plataformas **Periódicos CAPES**, **SciELO** e **ScienceDirect** com o objetivo de obter artigos de publicação científica vinculados ao tema-objeto da revisão bibliográfica: “**Protocolo de Avaliação Rápida na Gestão Participativa dos Recursos Hídricos**”. Para tanto, foram utilizados os termos de pesquisa (palavras-chave de busca e delimitadores) dispostos no Quadro 01, em várias combinações:

Quadro 01: Palavras-chave utilizadas na pesquisa em Português, Inglês e Espanhol (continua).

Palavras-chave Utilizadas na busca por Publicações de Interesse		
Português	Inglês	Espanhol
Avaliação	Assessment	Evaluación
Avaliações visuais de habitat de riacho	Stream habitat visual assessments	Evaluaciones visuales del hábitat del arroyo
Rios	Rivers	Ríos
Monitoramento	Monitoring	Supervisión
Protocolos	Protocols	Protocolos
Recursos hídricos	Water resources	Recursos hídricos
Educação	Education	Educación

Quadro 01: Palavras-chave utilizadas na pesquisa em Português, Inglês e Espanhol (conclusão).

Palavras-chave Utilizadas na busca por Publicações de Interesse		
Gestão participativa	Participative management	Administracion Participativa
Avaliação rápida	Rapid assessment	Revisión rápida

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

As palavras-chave foram conjugadas por intermédio dos operadores booleanos “End” e “Or” para verificação do conjunto de palavras que obtivessem melhor resultado relativos à obtenção dos títulos de importância (LIMA; KAROLAYNE, 2017). O **Periódicos CAPES** foi escolhido por ser a plataforma oficial da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação, a qual disponibiliza integralmente os textos de artigos de diversas revistas científicas brasileiras e internacionais, contando com mecanismos de busca que pesquisam em várias bases de dados, ampliando a abrangência dos resultados.

Por sua vez, a plataforma **Scientific Electronic Library Online (SciELO)** é uma biblioteca eletrônica desenvolvida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME), que conta com o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sendo uma plataforma de fácil navegação que possibilita o acesso ao acervo de vários periódicos, além de possibilitar a visualização de uma série de dados sobre cada revista científica.

Por fim, a **ScienceDirect** é a principal plataforma de leitura acadêmica da Elsevier, sendo uma base de dados de textos completos revisados por pares, atualizada diariamente, contendo mais de 15.000 títulos de livros eletrônicos e mais de 2.500 títulos de revistas científicas em Ciência, Tecnologia e Medicina.

O processo de seleção dos artigos obtidos na pesquisa que compuseram o referencial teórico seguiu as diretrizes preconizadas nos **Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises** (Recomendação PRISMA), composta por um checklist que contém 27 itens e um fluxograma dividido em quatro etapas específicas para auxiliar os pesquisadores interessados em desenvolver

estudos com este perfil a aprimorarem a explanação de suas revisões sistemáticas da literatura e meta-análises (GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015). Cabe salientar que não foi realizada meta-análise neste estudo para síntese quantitativa.

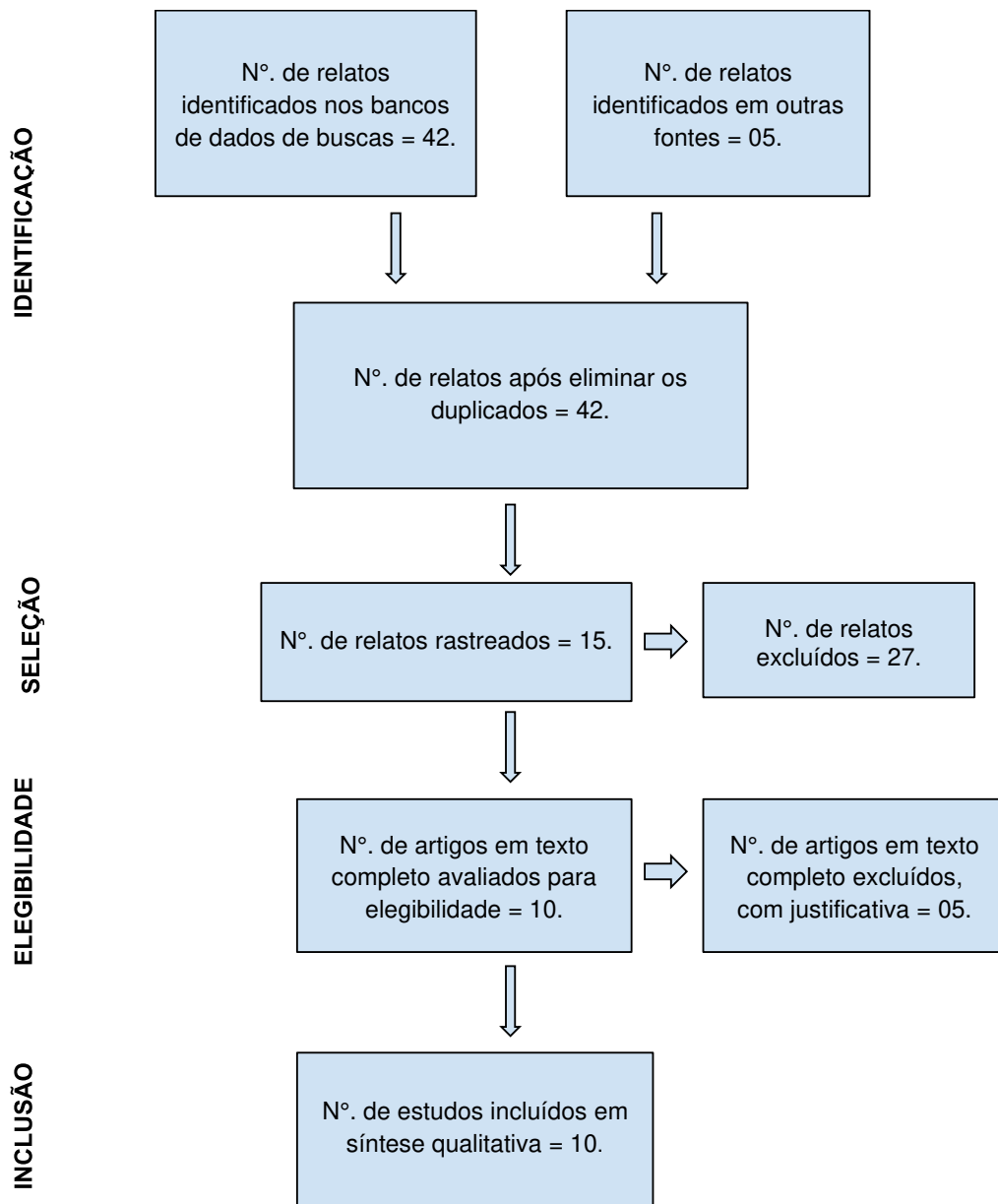
Foi utilizado como critério de exclusão das etapas de seleção e elegibilidade, os artigos que não tratavam em nenhum aspecto sobre a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) por voluntários em atividades de diagnóstico ou monitoramento; por alunos em atividades didáticas ou de educação ambiental. As etapas de elegibilidade e inclusão consistem nas duas últimas fases do fluxograma, que compreenderam a seleção dos artigos científicos escritos em língua inglesa, portuguesa ou espanhola, que tiverem nexos e coesão com o tema de revisão, priorizando os publicados nos últimos dez anos (entre 2012 e 2022), exceto artigos de autores clássicos pioneiros sobre o tema como Michael T. Barbour, Marcos Callisto, Morgan J. Hannaford e James L. Plafkin, os quais não foram limitados pelo período temporal.

Como estratégia para obtenção de publicações relevantes, foi estabelecida a classificação mínima dos periódicos em B3 no Qualis Periódicos da Plataforma Sucupira, que pertence à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (LUÍZ, ROSSONI; DUARTE, 2021). O Qualis Periódicos consiste na metodologia utilizada pela CAPES para ordenação qualitativa da produção intelectual gerada pelos programas de pós-graduação, que resulta em 9 classificações listadas a seguir: A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4 e C. O melhor nível de enquadramento atribuído a um periódico é na classe A1 e o pior na classe C (peso 0) (CAPES, 2023). A classificação do Quadriênio 2013-2016 era dividida por áreas do conhecimento (49 áreas), de modo que cada área poderia receber uma classificação distinta das demais, diferente do Quadriênio 2017-2020 que apresenta classificação unificada (CAPES, 2023).

No presente estudo foi considerada a classificação do Quadriênio 2013-2016 para a área “Ciências Ambientais”, sendo a classificação vigente quando foram realizadas as buscas por publicações para compor o acervo de artigos usados na revisão sistemática da literatura, que era dividida em 8 classes a saber: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C (CAPES, 2023).

As publicações obtidas através da utilização do diagrama de PRISMA subsidiaram a fundamentação da etapa de discussão dos resultados percorridos na presente pesquisa. A Figura 01 apresenta o fluxograma de PRISMA com as quatro etapas do percurso metodológico de buscas de informações bibliográficas nas diferentes fases da revisão sistemática.

Figura 01 - Fluxograma de PRISMA apontando o percurso metodológico de buscas de informações bibliográficas nas diferentes fases da revisão sistemática.



Fonte: Adaptado de Galvão, Pansani e Harrad (2015).

Ressalta-se que, quando foram realizadas as buscas por artigos nas referidas plataformas, a CAPES ainda não tinha publicado a atual classificação de periódicos do quadriênio 2017-2020, estando vigente na época a classificação do quadriênio 2013-2016. Quando foi publicada a atual classificação em 29/12/2022, constatou-se a alteração na classificação de algumas revistas, de modo que algumas subiram de classe e outras foram rebaixadas (CAPES, 2022a), contudo as afetadas tiveram prazo para apresentação de recurso até 19 de janeiro de 2023 (CAPES, 2022b).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da aplicação da metodologia citada na seção “Material e Métodos” foi possível obter, após as etapas de seleção, elegibilidade e inclusão, 10 (dez) artigos que apresentaram coerência com o tema e com os objetivos do presente estudo de revisão sistemática da literatura, os quais foram listados e organizados no Quadro 02.

Os artigos selecionados apresentam objetivos distintos, porém mesmo os que trabalharam indiretamente com o tema da revisão, em algum trecho do texto mencionaram a metodologia do PAR como apta a ser utilizada em ações de educação ambiental e monitoramento/avaliação dos recursos hídricos.

Dentre os 10 artigos incluídos no presente estudo de revisão sistemática da literatura, os trabalhos de Callisto *et al.* (2002) e Hannaford, Barbour e Resh (1997) foram os que apresentaram o maior número de citações registradas no Google Acadêmico, citados em 371 e 152 publicações, respectivamente.

Quadro 02 - Referências bibliográficas selecionadas para comporem a revisão sistemática de literatura (continua).

Periódicos/Ano	Autores	Título	Objetivos	Classificação Qualis/Capes Quadriênio 2013-2016 e 2017-2020	Nº de Citações
Freshwater Science / 1997	Hannaford, M. J.; Barbour, M. T.; Resh, V. H.	Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat	Examinar o efeito que o treinamento tem na redução da variabilidade do observador usando 2 grupos separados de observadores para avaliar a qualidade do habitat nos mesmos locais	A2 (2013-2016) A1 (2017-2020)	152
Acta Limnologica Brasiliensia / 2002	Callisto, M. <i>et al.</i>	Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)	Aplicar um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats como ferramenta em atividades de ensino e pesquisa, avaliando as características da água e sedimento, tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão de mata ciliar, cobertura vegetal, largura de rápidos e remansos e seu estado de conservação	B1 (2013-2016) B2 (2017-2020)	371
Brazilian Journal of Biology / 2011	Callisto, M. <i>et al.</i>	Rapid ecological assessment of benthic indicators of water quality: a successful capacity-building experience for brazilian postgraduate students in ecology	Realizar um levantamento de qualidade de água e diversidade de macroinvertebrados bentônicos em duas sub-bacias em uma área protegida	B1 (2013-2016) A3 (2017-2020)	6

Quadro 02 - Referências bibliográficas selecionadas para comporem a revisão sistemática de literatura (continuação).

Periódicos/Ano	Autores	Título	Objetivos	Classificação Qualis/Capes Quadrênio 2013-2016 e 2017-2020	Nº de Citações
Revista Ambiente & Água / 2012	Guimarães, A.; Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.	Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental	Adequar um protocolo de avaliação rápida para uso por crianças matriculadas no ensino fundamental.	B1 (2013-2016) A4 (2017-2020)	35
Pesquisa em Educação Ambiental / 2013	Trópia, G.; Viana, F. E. C.; Guimarães, A. Q.	Análise de discurso ambiental e científico no recurso didático “protocolo para avaliação da saúde de rios e Lagoas”, utilizado em projetos de educação ambiental em Minas Gerais, Brasil: reflexões a partir do enfoque CTSA	Analisar os discursos referentes à Educação Ambiental (EA) em um recurso didático chamado “Protocolo para avaliação da saúde de rios e lagoas”.	A2 (2013-2016) A3 (2017-2020)	4
Revista Ibero- Americana de Ciências Ambientais / 2015	Morais, P. B. <i>et al</i>	O uso de protocolo de avaliação rápida (par) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil	Testar um protocolo de avaliação rápida (PAR) para avaliação da microbacia do Córrego Sussuapara, um córrego urbano em Palmas, Tocantins	B1 (2013-2016) C (2017-2020)	4
Revista Ambiente & Água / 2017	Guimarães, A.; Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.	Rapid assessment protocols of rivers as instruments of environmental education in elementary schools	Avaliar o uso de um protocolo de avaliação rápida de rios (PAR) como ferramenta de Educação Ambiental (EA) no nível fundamental da educação básica	B1 (2013-2016) A4 (2017-2020)	4

Quadro 02 - Referências bibliográficas selecionadas para comporem a revisão sistemática de literatura (conclusão).

Periódicos/Ano	Autores	Título	Objetivos	Classificação Qualis/Capes Quadriênio 2013-2016 e 2017-2020	Nº de Citações
Ambio / 2019	França, J. S. <i>et al.</i>	Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams	Avaliar a relevância das atividades de vigilância cidadã implementadas por alunos do ensino fundamental, capacitando alunos do ensino fundamental e médio para avaliar as condições ecológicas de riachos urbanos.	A1 (2013-2016) A1 (2017-2020)	33
Caderno de Geografia / 2019	Rosa, N. M. G.; Magalhães Júnior, A. P.	Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG)	Conceber um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para aplicação em sistemas fluviais do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG) e discutir suas potencialidades como instrumento de suporte ao monitoramento e gestão de recursos hídricos	B3 (2013-2016) A1 (2017-2020)	1
Ra'e Ga: O Espaço Geográfico Em Análise / 2021	Campos, J. C.; Nucci, J. C.; Oliveira, C.	Protocolo de avaliação rápida de rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar	Promover a aplicação do PAR desenvolvido por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) no terço inferior do Rio Palmital, no município de Pinhais (PR), de forma a analisar sua eficiência para avaliação dos ecossistemas fluviais em uma paisagem urbana na região de Floresta Ombrófila Mista paranaense	B1 (2013-2016) A1 (2017-2020)	2

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Analisando o Quadro 02, nota-se que a maioria dos artigos abordaram o uso do PAR em atividades de educação ambiental com crianças do ensino médio e fundamental, como os trabalhos de Campos, Nucci e Oliveira (2021); França *et al.* (2019); Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2017) e Trópia, Viana e Guimarães (2013), assim como publicações envolvendo estudantes de graduação e pós graduação como aplicadores do PAR, por exemplo os trabalhos publicados por Callisto *et al.* (2002); Callisto *et al.* (2011); Hannaford, Barbour, e Resh (1997) e Morais *et al.* (2015), fato que corrobora a visão de aptidão do PAR para facilitar o discernimento sobre as características de um ecossistema aquático lótico saudável, no entanto, mesmo durante o processo de busca de artigos não foi notado estudos que trabalhassem com produtores/trabalhadores rurais ou mesmo sítios inseridos em trechos de bacias hidrográficas em áreas rurais, no que concerne ao monitoramento participativo contínuo dos recursos hídricos.

Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) adequaram um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) para avaliação de cursos d'água inseridos no bioma Cerrado do Sudeste goiano tendo como base os protocolos de Barbour *et al.* (1999) e Rodrigues e Castro (2008b), abrangendo linguagem mais apropriada ao nível de instrução do ensino fundamental, possuindo figuras representativas das variáveis dos parâmetros para facilitar o entendimento dos estudantes na aplicação do PAR.

Inicialmente, com os protocolos de referência, 27 trechos de rios da cidade de Ipameri (GO) foram avaliados por três examinadores previamente treinados. O objetivo da referida etapa foi conferir a viabilidade de se adequar os protocolos citados para conterem uma linguagem mais apropriada ao nível de instrução do ensino fundamental, ou se eram necessários alguns ajustes técnicos, quanto aos parâmetros componentes, texto explicativo de suas variáveis, escala de variação do estresse ambiental indicado em cada PAR, assim como as categorias de conservação em que os trechos são enquadrados (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012).

Posteriormente, com base nos PARs de referência, foi criado um protocolo com linguagem mais adequada ao nível de escolaridade do ensino fundamental sobre a descrição dos parâmetros abordados e com a inclusão de figuras no intuito

de auxiliar a quem for utilizá-lo no momento da aplicação do PAR (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012).

Após a realização de uma oficina de monitoramento ambiental com 95 estudantes do ensino fundamental, o PAR produzido foi aplicado pelos participantes da oficina em um mesmo trecho de córrego no Município de Ipameri, Estado de Goiás, e os resultados das avaliações individuais de cada voluntário subsidiaram a aplicação dos testes de Bartlett e Levene para verificar a convergência das respostas entre os discentes, cujas análises não indicaram ocorrência de diferenças significativas entre as respostas dos discentes, fato que demonstra certa similaridade das respostas e entendimento dos parâmetros (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012). O estudo concluiu que o PAR adaptado pelos autores se mostrou útil como instrumento relevante para ser utilizado em projetos voltados para atividades educativas de cunho ambiental (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012).

Por sua vez, Trópia, Viana e Guimarães (2013) publicaram um estudo com foco bem peculiar, diferente de outros que relacionam o PAR como uma ferramenta para educação ambiental em atividades práticas. Os autores avaliaram as explanações relacionadas à Educação Ambiental (EA) vinculadas a um PAR como instrumento mediador da aprendizagem, denominado no estudo como “Protocolo Para Avaliação da Saúde de Rios e Lagoas”, tomando como base a experiência do Projeto Pampulha Limpa, que utilizou o referido protocolo em suas atividades com crianças do ensino básico. No estudo citado foi assumida uma perspectiva integradora do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTSA) com a EA para as análises referente aos sentidos atribuídos à EA no protocolo.

Trópia, Viana e Guimarães (2013) acreditam que o protocolo utilizado no Projeto Pampulha Limpa tem perspectiva instrumentalista e pouco reflexiva, devido ao seu formato que se baseia na definição da condição do curso d’água dentro das opções já estabelecidas no formulário. Os autores consideram que o PAR analisado como recurso didático privilegia a coleta dos dados empíricos, mas não conduz os alunos à uma reflexão das condições socioambientais que os levaram a classificar o trecho de habitat de acordo com as respostas atribuídas por eles.

Evidente que tal reflexão seria importante na perspectiva de uma atividade que não só proporcionaria ao discente a experiência de se fazer uma avaliação ambiental *in loco*, mas também instigaria o aluno a refletir de forma mediada, porém autônoma, sobre as ações humanas como modificadoras do ambiente dentro de um contexto social, político e ecológico, porém a introdução de mais texto ao PAR poderia tornar cansativa a participação dos discentes ou até mesmo torná-lo mais complexo perdendo o propósito original de praticidade e agilidade nas avaliações de habitats de riachos observado desde o início de sua utilização com a publicação do Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish pela Environmental Protection Agency (EPA) (PLAFKIN *et al.*, 1989). Possivelmente tal entrave poderia ser resolvido com a aplicação de um questionário à parte, após a execução do protocolo, contendo perguntas elaboradas para instigar a reflexão dos alunos sobre aspectos socioambientais e políticos que os levaram a atribuir cada nota em cada parâmetro e conseqüentemente a nota final do PAR.

Rosa e Magalhães Júnior (2019) publicaram um artigo com foco na concepção de um protocolo denominado “Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)” destinado à realização de avaliações céleres de sistemas lóticos do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG) e discorrer sobre seu potencial como uma ferramenta apropriada para o monitoramento na gestão dos mananciais, diferente de Trópia, Viana e Guimarães (2013) que avaliaram o PAR apenas como recurso didático.

Rosa e Magalhães Júnior (2019), assim como Rodrigues e Castro (2008a) consideram que, devido a não necessidade de profissionais especialistas para sua aplicação, o PAR pode ser utilizado por qualquer pessoa desde que receba um treinamento prévio, apresentando viabilidade para seu uso pela sociedade em geral, ampliando o envolvimento da população nos planos de monitoramento dos recursos hídricos.

É notória a necessidade de envolver a comunidade local na gestão dos recursos hídricos, sendo o cidadão que mora na bacia hidrográfica peça fundamental para a mudança de paradigma, tanto que a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) regulamentada pela Lei Federal nº 9.433/1997, dispõe no Inciso VI do Art. 1º, que um de seus fundamentos é a gestão descentralizada dos

recursos hídricos contando com a participação governamental, dos que usufruem da água e das comunidades (BRASIL, 1997).

Fato muito bem observado por Campos, Nucci e Oliveira (2021) referente a participação social em ações ambientais, é que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) prevê o fomento do envolvimento individual e coletivo na conservação das condições ambientais naturais, apresentando entre seus objetivos fundamentais o desenvolvimento de um discernimento integrado do meio ambiente em suas diversas e herméticas relações, abrangendo características ecológicas, psicológicas, legais, políticas, sociais, econômicas, científicas, culturais e éticas (BRASIL, 1999).

De acordo com Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2017) o fortalecimento de uma visão crítica sobre as questões ambientais, assim como o incentivo à participação da população em atividades centradas na preservação dos recursos hídricos, podem contribuir para assegurar a qualidade ambiental através da cidadania participativa.

Rosa e Magalhães Júnior (2019) em seu estudo também verificaram aspectos negativos sobre o PAR e seu caráter qualitativo, como o seu grau de subjetividade devido as suas pontuações serem atribuídas apenas através da observação do meio pelo avaliador, sem o auxílio de equipamentos como ocorre nas avaliações quantitativas de parâmetros físico-químicos, de modo que sua acurácia depende apenas da cognição do executor e de sua habilidade em identificar os atributos locais. O aspecto subjetivo do PAR também é mencionado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), contudo, citando Rodrigues e Castro (2008a), os autores informam que este aspecto do PAR pode ser atenuado com o treinamento mais aprofundado do avaliador por meio da ministração de cursos de preparação e promoção da assistência parcial realizada por pessoas mais experientes nos processos de avaliação.

Mesmo com apontamento de alguns pontos negativos, Rosa e Magalhães Júnior (2019) destacam que a facilidade de se usar o PAR viabiliza sua aplicação por qualquer segmento social, fato que converge nas diretrizes vigentes de estímulo ao envolvimento da população nas políticas relacionadas a gestão dos recursos hídricos.

Antes da publicação do trabalho de Rodrigues e Castro (2008a) contendo conclusões sobre a importância do treinamento para reduzir a subjetividade do PAR, Hannaford, Barbour e Resh (1997) examinaram o efeito que o treinamento tem na redução da variabilidade dos resultados dos parâmetros avaliados usando dois grupos separados de observadores para avaliar a qualidade de habitats de riachos nos mesmos locais utilizando um protocolo de avaliação de habitat de riacho com base visual disponibilizado pela Agência de Proteção Ambiental Norte-americana (EPA), fundamentado no protocolo de Barbour e Stribling (1994).

Em resumo, o trabalho de Hannaford, Barbour e Resh (1997) consistiu na avaliação de dois pontos de riachos por 41 alunos do curso de Biologia de Insetos Aquáticos da Universidade da Califórnia, Berkeley, que foram divididos em dois grupos de avaliadores, sendo um grupo treinado antes da primeira avaliação composto por 19 alunos e o outro grupo treinado após a primeira avaliação composto por 22 alunos. Na avaliação do segundo ponto, ambos os grupos tinham recebido treinamento prévio, diferente do primeiro ponto onde só um grupo havia sido treinado previamente. A localização dos pontos de avaliação de Fox Creek e Strawberry Creek (Califórnia-USA) podem ser conferidos no referido artigo de Hannaford, Barbour e Resh (1997).

Após a realização das avaliações nos dois pontos e aplicação de testes estatísticos, os autores verificaram que os dois grupos geraram resultados comparáveis somente após receberem níveis iguais de treinamento, apresentando como conclusão a efetiva redução da variabilidade nos resultados das avaliações dos observadores devido aos treinamentos, apontando a necessidade do treinamento abordar uma explicação detalhada dos parâmetros do habitat e como eles funcionam em sistemas de riachos, em adição a descrição dos parâmetros presentes no PAR, bem como incluir no treinamento o leque de diferentes tipos de habitat que os avaliadores irão encontrar em campo (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

Callisto *et al.* (2002) trabalharam com avaliadores graduandos do curso de Ciências Biológicas e discentes de pós-graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e tiveram resultados diferentes dos encontrados por Hannaford, Barbour e Resh

(1997), não constatando diferença estatística entre o grupo que recebeu treinamento prévio sobre ecologia de riachos em relação ao outro grupo que não recebeu nenhum treinamento. O experimento de Callisto *et al.* (2002) foi desenvolvido em partes de bacias do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e Parque Nacional da Bocaina (RJ), cujo objetivo foi aplicar um PAR denominado “Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats” como instrumento útil em atividades voltadas para o ensino e pesquisa.

Conforme colocado pelos próprios autores, a não ocorrência de diferenças significativas nos resultados entre os dois grupos de alunos sugere que a ministração de treinamento prévio sobre ecologia de riachos não teria efeito suficiente para interferir nos resultados obtidos com o PAR por avaliadores treinados, contrariando o que fora indicado no estudo de Hannaford, Barbour e Resh (1997), todavia, apesar de um grupo ter recebido treinamento prévio e o outro não, os dois grupos receberam instruções detalhadas sobre os componentes estruturais e o funcionamento dos ecossistemas fluviais pouco antes da aplicação do protocolo nos locais de estudo, indicando a possibilidade da explicação dada aos dois grupos ter abarcado um nível de detalhamento e instrução sobre ecologia de riachos compatível com a realização de um treinamento simplificado (CALLISTO *et al.*, 2002).

Outro aspecto citado no estudo de Callisto *et al.* (2002) para explicar a divergência nos seus resultados em comparação aos de Hannaford, Barbour e Resh (1997) é que em seu estudo a pontuação de cada parâmetro do PAR foi simplificada para no máximo 5 pontos, podendo ter favorecido seu uso pelos estudantes, diferente do PAR utilizado por Hannaford, Barbour e Resh (1997) que apresentava opção de pontuação para cada parâmetro entre 0 e 20 pontos, o que provavelmente teria contribuído para ocorrência de uma maior variância entre as respostas dos estudantes.

Em um estudo mais recente de Callisto *et al.* (2011) foi verificada a qualidade da água e a diversidade de macroinvertebrados bentônicos, com base em características físicas e químicas, diversidade de organismos bentônicos e práticas de educação ambiental em duas sub-bacias da unidade de conservação denominada Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Mata do Junco, localizada no Estado

de Sergipe, cujas atividades educativas envolveram alunos de três escolas municipais e uma estadual, apresentando entre os alunos crianças, adolescentes e adultos com necessidades especiais. Uma das atividades consistiu na realização de visita de campo aos córregos, onde os alunos aplicaram um protocolo simplificado para caracterização das condições ecológicas de riachos, adaptado de Callisto *et al.* (2002), assim como foram coletados organismos bioindicadores e discutido o estado de conservação do ecossistema aquático.

As avaliações de habitat físico realizadas por meio do PAR de Callisto *et al.* (2002), em cada ponto amostral, indicaram resultados que classificaram os ecossistemas aquáticos como “naturais”². Os resultados das análises foram expostos na RVS Mata do Junco na forma de banners, realização de atividades educativas de cunho ambiental com os discentes das escolas da região, assim como foram usados para ministração de um seminário com a temática voltada para os recursos hídricos, em Sergipe (CALLISTO *et al.*, 2011).

Nota-se que o trabalho realizado por Callisto *et al.* (2011) envolveu uma gama variada de pessoas, tais como professores e alunos de diferentes instituições, órgãos de proteção ambiental e a “brigada municipal de incêndio” do RVS Mata do Junco em diferentes etapas da pesquisa (atividades realizadas em campo, análises laboratoriais, exame dos dados e discussão), não só representando uma estratégia eficiente de aplicação prática do conhecimento, mas também uma forma de interação social ecológica entre vários personagens da sociedade que juntos podem mudar os rumos das tendências de degradação em uma bacia hidrográfica para reverter suas condições à uma mais preservada mediante ações conjuntas da sociedade local em avaliações ecológicas que visem a sensibilização, transmissão do conhecimento, ciência cidadã e diagnóstico para ações corretivas e preventivas de cunho socioambiental.

Outro trabalho que abarcou estudantes e professores do ensino fundamental e médio foi o elaborado por França *et al.* (2019), com o intuito de verificar a participação de alunos de escolas comunitárias treinados para utilizarem métodos

² Minimamente perturbados por ações antrópicas.

simplificados de avaliação ambiental de riachos urbanos, de modo a produzirem resultados confiáveis, visando a ciência cidadã e o monitoramento participativo.

O monitoramento realizado pelos alunos das escolas comunitárias incluiu um protocolo de habitat físico simplificado, adaptado de Callisto *et al.* (2002), avaliação da qualidade da água e da assembleia de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade da água para criação de um índice biológico, cujos resultados obtidos foram considerados satisfatórios para a avaliação ecológica frente às pressões antrópicas encontradas em suas paisagens, demonstrando que as metodologias de pesquisa científica, adaptadas para uso por alunos de escolas comunitárias, podem ser eficazes em avaliações ecológicas da qualidade de cursos d'água inseridos e áreas urbanas, viabilizando potencialmente a ampliação da escala em que o monitoramento pode ser desenvolvido (FRANÇA *et al.*, 2019).

O trabalho de França *et al.* (2019), em termos gerais, visa a ciência cidadã no que concerne a utilização de jovens cientistas cidadãos no monitoramento participativo dos recursos hídricos de áreas urbanas, mas a propósito, qual é o significado do termo “ciência cidadã” e sua relação com atividades científicas realizadas com a comunidade?

A ciência cidadã é comumente vista como um movimento para democratizar a ciência, cuja visão provavelmente foi influenciada pela publicação do livro de Alan Irwin em 1995, denominado “*Citizen Science: A Study of People, Expertise, and Sustainable Development*” (IRWIN, 1995). O objetivo da ciência cidadã defendida por Irwin é aproximar o público e a ciência, para considerar possibilidades de uma “cidadania científica” e envolver o público mais profundamente no diálogo e na tomada de decisões sobre questões relacionadas a riscos e ameaças ambientais (BONNEY *et al.*, 2016). Mais informações sobre o conceito de “ciência cidadã” e sua atuação podem ser obtidas através da publicação “*Can Citizen science enhance public understanding of science?*” de Bonney *et al.* (2016).

Outro estudo envolvendo a comunidade escolar local na aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) foi o realizado por Morais *et al.* (2015), cujo objetivo foi testar um PAR para avaliação do Córrego Sussuapara, localizado no município de Palmas (TO), aplicado por dois grupos distintos de avaliadores, sendo um formado por professores das escolas públicas do município (grupo não técnico) e

o outro grupo formado por discentes do curso de Engenharia Ambiental (grupo técnico) da Universidade Federal de Tocantins (UFT). Com o intuito de se verificar a compatibilidade das diferentes metodologias, os resultados do PAR foram comparados com os resultados de parâmetros físico-químicos e biológicos regulamentados pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), obtidos através de campanhas de monitoramento ambiental realizadas nos anos de 2010 e 2014 (MORAIS *et al.*, 2015).

O referido trabalho foi desenvolvido com dois grupos com perfil diferente dos avaliadores do estudo de Callisto *et al.* (2002), cujas avaliações foram realizadas por alunos de graduação e pós-graduação em Ciências Biológicas e Ecologia, assim como diferente de Hannaford, Barbour e Resh (1997), que trabalharam com estudantes de Biologia de Insetos Aquáticos, sendo que em ambos, os grupos de avaliadores foram divididos em dois grupos distinguidos pelo recebimento ou não de treinamento prévio em ecologia de rios/riachos para aplicação do PAR, no intuito de se comparar os resultados dos dois grupos e verificar possíveis efeitos decorrentes do treinamento prévio dos alunos.

Os resultados obtidos por Moraes *et al.* (2015) mostraram que a aplicação do PAR no Córrego Sussuapara, realizada pelo grupo considerado não técnico foi condizente com aquela realizada pelo grupo considerado técnico, induzindo uma conclusão favorável a aptidão do PAR para ser usado por não especialistas no monitoramento participativo de rios, contudo deve-se ponderar que o grupo considerado não técnico foi formado por professores do ensino fundamental, ou seja, profissionais com formação de nível superior, dentre eles provavelmente professores de Ciências Biológicas, não apresentando diversidade de níveis de escolaridade, o que seria desejável em trabalhos com este perfil para testar uma amostra que representasse uma gama de voluntários condizente com a diversidade encontrada na bacia hidrográfica.

Um estudo citado por Moraes *et al.* (2015) que abordou um grupo diferente de avaliadores em relação aos trabalhos discutidos até aqui na presente revisão sistemática da literatura foi o de Upgren (2004) que adaptou um protocolo para avaliação contínua dos impactos que as atividades agrícolas, pecuária e as práticas conservacionistas do solo podem causar nos recursos hídricos, na bacia do Rio

Araguaia (GO), cujo monitoramento foi realizado por fazendeiros da região de estudo de forma satisfatória, demonstrando, em termos gerais, a potencialidade do uso deste segmento da sociedade no monitoramento ambiental local dos cursos d'água.

3.4. CONCLUSÃO

Diante das publicações analisadas nesta revisão sistemática da literatura, conclui-se que os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) apresentam grande potencial para várias ações, tais como: 1) educação ambiental com diferentes públicos; 2) treinamento de estudantes universitários em atividades práticas de ensino e pesquisa referentes à ecologia de riachos; 3) campanhas de monitoramento participativo de bacias hidrográficas em planos de gestão de recursos hídricos, desde que seja atenuada a subjetividade da ferramenta através do treinamento dos voluntários sobre ecologia de riachos e os parâmetros do PAR, sendo também recomendado a supervisão dos voluntários por algum monitor ou voluntário mais experiente no momento da avaliação visual do riacho.

Dentre os 10 estudos levantados, os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) dos dois artigos mais antigos listados na presente revisão sistemática da literatura sobressaíram em número de citações em relação aos demais.

Dependendo da região de inserção do curso d'água a ser avaliado, são necessárias adaptações do PAR de modo a abarcar parâmetros que sejam mais representativos para as condições de referência dos sistemas fluviais, tanto no âmbito regional como local, visto que os atributos dos cursos d'água apresentam variações relacionadas a diferentes aspectos, tais como uso e ocupação do solo, geologia, características do relevo e do clima. Com a realização das adequações pertinentes, o PAR torna-se uma ferramenta aplicável aos diversos tipos de sistema lóticos.

REFERÊNCIAS

- ANDRIANANDRASANA, H. T.; RANDRIAMAHEFASOA, J.; DURBIN, J.; LEWIS, R. E.; RATSIMBAZAFY, J. H. Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar. **Biodiversity & Conservation**, v. 14, p. 2757-2774, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-8413-y>.
- BARBOUR, M. T.; GERRISTSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING J. B. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, EPA 841-B-99-002, Second Edition. Washington: Environmental Protection Agency; Office of Water, 1999.
- BARBOUR, M. T.; STRIBLING, J. B. A technique for assessing stream habitat structure. **Riparian Ecosystems in the Humid US: Function, Values and Management**, p. 15-18, 1994.
- BONNEY, R.; PHILLIPS, T. B.; BALLARD, H. L.; ENCK, J. W. Can citizen science enhance public understanding of science?. **Public understanding of science**, v. 25, n. 1, p. 2-16, 2016. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 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 nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999.
- 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 Limnológica de Brasil**, Rio Claro, v.14, n.1, p. 91-98, 2002.
- CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; ALVES, C. B. M.; GOLGHER, A. B.; AGRA, JANAINA; MAGALHAES, S.; COSTA, I. S. Avaliação ecológica rápida de qualidade de água no rio das Velhas. **Revista Espinhaço**, v. 10, p. 1-23, 2021.
- CALLISTO, M. *et al.* Rapid ecological assessment of benthic indicators of water quality: a successful capacity-building experience for Brazilian postgraduate students in ecology. **Brazilian Journal of Biology** (Impresso), v. 71, p. 937-947, 2011.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, JOÃO CARLOS; OLIVEIRA, C. Protocolo de avaliação rápida de rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar. **Revista RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 50, p. 207-230, 2021.

COERTJENS, L. *et al.* Do schools make a difference in their students' environmental attitudes and awareness? Evidence from PISA 2006. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 8, p. 497-522, 2010.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Plataforma Sucupira**. [s. l.]: CAPES, 2022a. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **CAPES divulga lista preliminar do Qualis**: Resultados estão disponíveis na Plataforma Sucupira; é possível recorrer até 19 de janeiro de 2023. Brasília, DF: CGCOM/CAPES, 2022b. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/capes-divulga-lista-preliminar-do-qualis>>. Acesso em: 30 dez. 2022.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **DOCUMENTO TÉCNICO DO QUALIS PERIÓDICOS**. Brasília, DF: CAPES, 2023. 16 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/avaliacao/avaliacao-quadrienal-2017/DocumentotecnicoQualisPeridicosfinal.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

ELOSEGI, A.; GESSNER, M. O.; YOUNG, R. G. River doctors: Learning from medicine to improve ecosystem management. **Science of the Total Environment**, v. 595, p. 294-302, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.188>.

EPA (Environmental Protection Agency). Biological criteria for the protection of aquatic life. Division of Water Quality Monitoring Assessment. Columbus, Ohio, v. 1-III, 120 p. 1987.

FRANÇA, J. S.; SOLAR, R.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. **Ambio**, v. 48, p. 867-878, 2019.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Brasília, v. 24, p. 335-342, 2015.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. 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.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Rapid assessment protocols of rivers as instruments of environmental education in elementary schools. **Revista Ambiente e Água**, v. 12, p. 801-813, 2017.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

HUGHES, R. M. *et al.* A review of urban water body challenges and approaches:(2) mitigating effects of future urbanization. **Fisheries**, v. 39, n. 1, p. 30-40, 2014. <https://doi.org/10.1080/03632415.2014.866507>.

IRWIN, A. **Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development**. London: Routledge, 1995.

KARR, J. R. Defining and measuring river health. **Freshwater biology**, v. 41, n. 2, p. 221-234, 1999.

LIGEIRO, R. *et al.* Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. **Ecological indicators**, v. 25, p. 45-57, 2013.

LIMA, KAROLAYNE. Pesquisa acadêmica: estratégia de pesquisa e bases de dados, 2017. 19 slides.

LUÍS, R. O.; ROSSONI, H. A. V.; DUARTE, N. F. Revisão Sistemática de Literatura sobre a Logística Reversa de Resíduos de Medicamentos. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, p. 339-358, 2021.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Health and Environmental Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUSA, F.M.P.; MELO, W. G. P. O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 192-205, 2015.

OLIVEIRA, E. S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do rio Piumhi, Minas Gerais - Brasil. **Revista For Science**, Formiga, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. D. M. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás. **Caminhos de Geografia**: revista online, Uberlândia, v. 18, ed. 64, p. 248–262, 2017.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. (Org.). Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. p. 117-180.

PLAFKIN, J.L. *et al.* Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1989.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnologica Brasiliense**, Sorocaba, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008b.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, p. 143-155, 2008. Disponível em:<<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/160>>. Acesso em: 11 set. 2021.

ROSA, N. M. G.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG) Applicability of Rapid Assessment Protocols to the environmental diagnosis of river systems: the case of the Serra do Gandarela National Park (MG). **CADERNO DE GEOGRAFIA**, v. 29, n. 57, p. 441-464, 2019.

SCHMELLER, D. S. *et al.* Building capacity in biodiversity monitoring at the global scale. **Biodiversity and conservation**, v. 26, p. 2765-2790, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1388-7>.

SILLES, M.A. The causal effect of education on health: Evidence from the United Kingdom. **Economics of Education review**, v. 28, n. 1, p. 122-128, 2009.

TRÓPIA, G.; VIANA, F. E. C.; GUIMARÃES, A. Q. Análise de discurso ambiental e científico no recurso didático? Protocolo para avaliação de rios e lagoas? utilizado em projetos de Educação Ambiental em Minas Gerais, Brasil: reflexões a partir do enfoque CTSA. **Pesquisa em Educação Ambiental (Online)**, v. 8, p. 76-87, 2013.

4. CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS INSERIDOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE IGARAPÉ

RESUMO

O diagnóstico ambiental praticado para monitoramento de sistemas fluviais comumente trabalha com análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água, não abarcando outros aspectos importantes como os morfológicos, sedimentológicos e ecológicos, sendo importante o uso de técnicas complementares de avaliação que proporcionem uma análise mais abrangente destes ecossistemas. A utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) em conjunto com outros tipos de análises comumente utilizadas para monitorar a qualidade dos recursos hídricos, incluindo o índice de Qualidade da água (IQA), desde que tomadas as devidas precauções na interpretação dos resultados, viabiliza a obtenção de informações abrangentes e de compreensão mais clara para os planos de gestão dos recursos fluviais. O objetivo deste estudo foi realizar a avaliação visual de trechos de córregos inseridos na Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé) (Igarapé-MG) por meio de um PAR executado por voluntários, bem como determinar o IQA para os mesmos pontos avaliados com o PAR por meio dos resultados dos laudos da 2ª campanha de monitoramento da água (entre 2021 e 2022) do Projeto Guardiã dos Igarapés, implementado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé. A aplicação do PAR pelos voluntários apresentou resultados que classificaram os Córregos Currallinho, Batatal e Mosquito na **categoria Boa** e o Ribeirão Estiva na **categoria Ótima**. Os cálculos do IQA para a média dos quatro pontos de medições apresentaram resultados que classificaram a qualidade da água dos Córregos Currallinho, Mosquito e Ribeirão Estiva na **categoria Regular** e o Córrego Batatal na **categoria Boa**, indicando que as águas dos quatro córregos apresentam condições apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público. As avaliações realizadas com as referidas ferramentas se mostraram de fácil e rápida aplicação, contudo, o monitoramento dos recursos hídricos deve incluir outros métodos complementares, como os referentes ao estado trófico, toxicidade e aos organismos bioindicadores de qualidade da água.

Palavras-chave: Avaliação rápida. Índices de qualidade. Monitoramento. Riachos.

ABSTRACT

The environmental diagnosis practiced for monitoring river systems commonly works with analyzes of physicochemical and microbiological parameters of water quality, not covering other important aspects such as morphological, sedimentological and ecological, being important the use of complementary assessment techniques that provide a more comprehensive analysis of these ecosystems. The use of the Rapid Assessment Protocols (RAP) in conjunction with other types of analyses commonly used to monitor the quality of water resources, including the Water Quality Index (WQI), provided that due precautions are taken in the interpretation of the results, makes it possible to obtain comprehensive information and a clearer understanding for river resource management plans. The objective of this study was to perform the visual assessment of stretches of streams inserted in the Igarapé Environmental Protection Area (EPA of Igarapé) (Igarapé-MG) through a RAP executed by volunteers, as well as determine the WQI for the same points evaluated with the RAP through the results of the reports of the 2nd water monitoring campaign (between 2021 and 2022) of the Guardian Igarapés Project, implemented by the Municipal Secretariat for the Environment of Igarapé. The application of the RAP by the volunteers presented results that classified the Curralinho, Batatal and Mosquito Streams in the **Good category** and the Estiva Stream in the **Great category**. The WQI calculations for the average of the four measurement points presented results that classified the water quality of the Curralinho, Mosquito and Ribeirão Estiva streams in the **Regular category** and the Batatal stream in the **Good category**, indicating that the waters of the four streams present appropriate conditions for conventional treatment aiming at public supply. The assessments carried out with these tools proved to be easy and quick to apply, however, the monitoring of water resources should include other complementary methods, such as those related to trophic status, toxicity and bioindicators of water quality.

Keywords: Rapid assessment. Quality indexes. Monitoring. Streams.

4.1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos têm sofrido com diversas intervenções modificadoras de seus atributos naturais, provocadas pelas ações humanas, como as de extração mineral, demanda por novas áreas cultiváveis e expansão urbana (RODRIGUES; CASTRO, 2008). As condições físicas, químicas e biológicas de ecossistemas fluviais respondem à determinados aspectos como às características geográficas e às alterações antrópicas em suas bacias hidrográficas e em seus meta-ecossistemas ripários (CALLISTO *et al.*, 2019).

Fato preocupante que vai além do risco de desabastecimento humano pela escassez hídrica, é a rápida diminuição da biodiversidade aquática ocasionada pela destruição dos habitats essenciais para a fauna, alterações inapropriadas nos usos da terra, acesso e proliferação de espécies exóticas invasoras, poluição hídrica, modificações no curso natural dos rios e alterações no clima a nível global (CALLISTO *et al.*, 2021; FEIO *et al.*, 2015).

Uma iniciativa referente à conservação dos recursos hídricos que está produzindo bons resultados em um município da região metropolitana de Belo Horizonte é o Projeto “**Guardião dos Igarapés**” implantado desde 2014 pela Prefeitura Municipal de Igarapé – MG, com financiamento parcial do Programa Produtor de águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que busca a recuperação e preservação dos recursos hídricos do município por meio de diversas ações, tais como o plantio de espécies arbóreas nativas em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de córregos e nascentes, construção de barraginhas e terraços em nível para controle da erosão pluvial, Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos produtores rurais participantes do projeto e monitoramento qualitativo e quantitativo da água em sua área de abrangência (ABREU *et al.*, 2022).

O projeto foi implantado na Bacia Hidrográfica do Sistema Serra Azul de abastecimento público, cuja bacia ocupa 64% da extensão territorial do município de Igarapé correspondendo a 7.100 hectares, sendo este sistema responsável por abastecer aproximadamente 1.000.000 (um milhão) de pessoas da região metropolitana de Belo Horizonte (ABREU *et al.*, 2022).

Até então, o Projeto Guardião dos Igarapés já realizou 2 campanhas de monitoramento com 4 ciclos de coleta cada uma. A primeira campanha foi executada entre os anos de 2015 e 2017 e a segunda campanha entre os anos de 2021 e 2022. Os ciclos das campanhas de coleta consistiram na medição de vazão, análise de metais pesados em sedimentos e plantas dos córregos monitorados, assim como análises físico-químicas e bacteriológicas da água dos córregos e de nascentes (Informação verbal³), porém em nenhum momento o monitoramento avaliou a qualidade das características físicas do habitat fluvial.

O diagnóstico ambiental convencional de sistemas lóticos é comumente baseado nas avaliações físico-químicas e microbiológicas da água, muitas vezes deixando de lado outros parâmetros importantes como os ligados a ecologia, morfologia, formação e incremento de sedimentos no curso d'água (ROSA; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019), sendo importante o uso de técnicas complementares de avaliação que proporcionem uma análise mais abrangente destes ecossistemas.

A utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) em conjunto com outros tipos de análises frequentemente utilizadas para monitorar a qualidade dos recursos hídricos, por exemplo, as que avaliam parâmetros físico-químicos, microbiológicos e solo, desde que tomadas as devidas precauções na interpretação dos resultados, viabiliza a obtenção de informações abrangentes e de compreensão mais clara para os planos de gestão dos recursos fluviais (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012).

Os PARs são instrumentos de fácil compreensão e uso, eficazes, práticos e de baixo custo para avaliações dos ambientes fluviais, além de agregarem parâmetros que não se limitam à investigação restrita da água, de forma a proporcionar um diagnóstico mais integrado, apresentando potencial para o progresso dos programas de monitoramento dos recursos hídricos (ROSA; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

Em âmbito nacional, a classificação dos cursos d'água, as diretrizes para o seu enquadramento e os padrões e condições de lançamento de efluentes são determinados pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, alterada

³ Informação fornecida pela Técnica em Meio Ambiente da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé, Eliane Assunção Nunes, em outubro de 2022.

pela última vez por meio da Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2005), todavia, no estado de Minas Gerais, este tema é regulamentado pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8, de 21 de novembro de 2022 (MINAS GERAIS, 2022).

De acordo com o Art. 4º da Resolução CONAMA nº 357/2005, os corpos de água doce podem ser classificados em 5 (cinco) classes, de acordo com a qualidade necessária aos seus principais usos, sendo a Classe Especial a mais nobre e a Classe 4 a com maior restrição de uso (BRASIL, 2005).

Se tratando de água destinada para o consumo humano a nível nacional, deve-se atender o padrão de potabilidade regulamentado na Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

Um relevante instrumento utilizado na avaliação da qualidade da água bruta dos mananciais é o Índice de Qualidade da Água (IQA), adaptado em diversos formatos, constitui-se como uma metodologia incorporadora em razão da conversão de várias informações, obtidas com os métodos quantitativos, em um número resultante (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003).

O IQA foi criado pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos da América no ano de 1970, por meio de consulta a vários profissionais experientes da área ambiental, cujo refinamento dos dados obtidos subsidiou a definição de nove (9) parâmetros identificados como os mais representativos para determinação da qualidade das águas, sendo sua determinante principal a qualidade da água bruta para utilização no abastecimento público (IGAM, 2021).

Além de ser importante a participação social no monitoramento dos recursos hídricos, os resultados das análises ambientais devem ser traduzidos em uma linguagem mais compreensível para o público leigo. Assim como os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho, o Índice de Qualidade da Água (IQA) apresenta formato didático interessante para compreensão da população sobre a qualidade dos mananciais monitorados. Couillard e Lefebvre (1985); House e Ellis (1980) *apud* Almeida e Schwarzbald (2003), ressaltam a relevância dos índices

como instrumentos informativos para a população, proporcionando uma maior compreensão entre o público sem conhecimento especializado e os personagens que atuam no gerenciamento ambiental.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar a avaliação visual de trechos de córregos inseridos na APA de Igarapé por meio de um Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) executado por voluntários, bem como determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA) para os pontos de aplicação do PAR com base nos dados obtidos pela 2ª campanha de monitoramento da qualidade da água do Projeto Guardiã dos Igarapés. Espera-se que os resultados do PAR e do IQA não sejam necessariamente concordantes, mas sim complementares, podendo apresentar divergências no enquadramento devido às ferramentas avaliarem aspectos distintos dos sistemas fluviais.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Área de Estudo

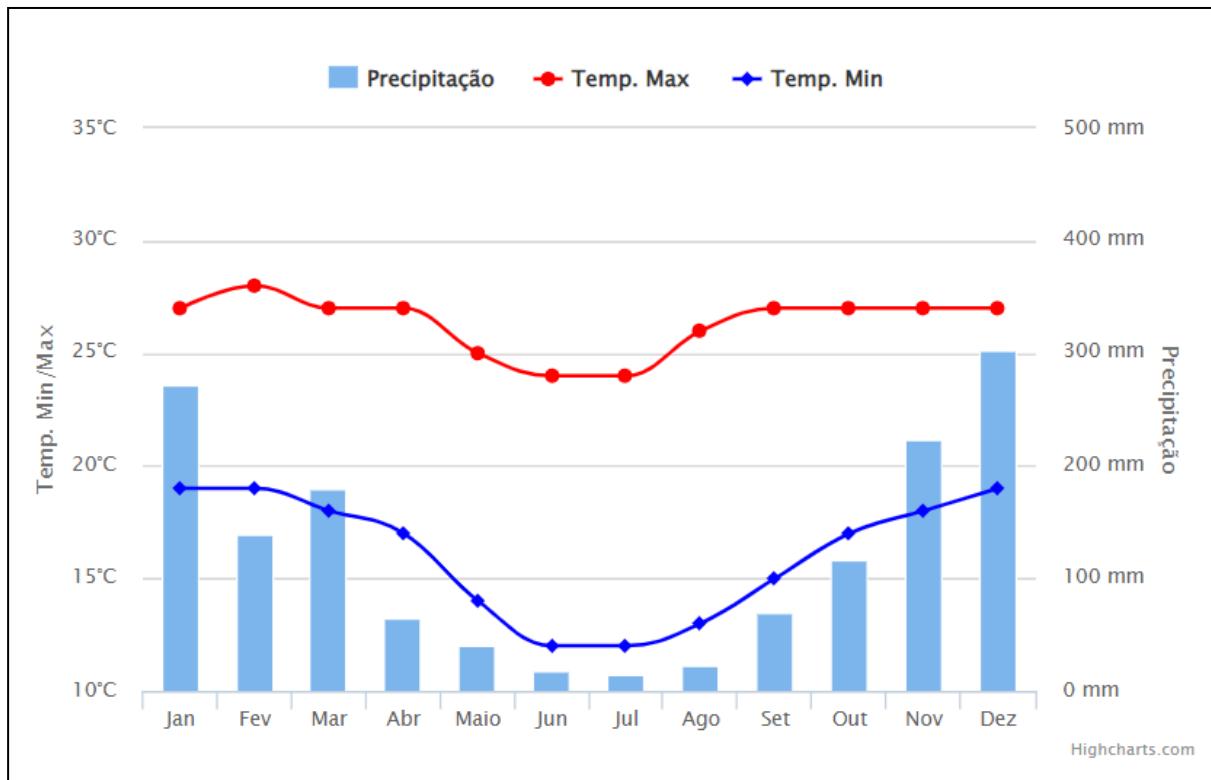
O Município de Igarapé-MG está localizado na parte Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), cujo principal acesso partindo de Belo Horizonte se dá pela Rodovia Fernão Dias (BR 381) sentido São Paulo, estando a aproximadamente 47 Km da capital. Os municípios limítrofes são Juatuba, São Joaquim de Bicas, Itatiaiuçu, Brumadinho, Mateus Leme e Betim.

O território de Igarapé possui 110,942 km², população estimada de 44.561 pessoas (estimativa para 2021), PIB per capita de R\$ 18.174,81 (estimativa para 2019) e apresenta vegetação nativa tanto de fitofisionomias do Bioma Cerrado, quanto de Mata Atlântica (IBGE, 2017). A vegetação ciliar tipicamente encontrada nos vales e cabeceiras dos rios geralmente pertencem a fitofisionomia denominada “Floresta Estacional Semidecidual Montana” (SISEMA, 2021).

Por sua vez, o clima no município é caracterizado como tropical de altitude, com estação chuvosa concentrada entre novembro e março e o período de estiagem ocorrendo entre os meses de junho e agosto (Figura 02) (TASSINARI, 2020).

O município está inserido nas unidades geomorfológicas denominadas Depressão Sanfranciscana e Quadrilátero Ferrífero, o relevo classifica-se como ondulado, as tipologias pedológicas predominantes são o Cambissolo, Neossolo litólico e Latossolo (IGARAPÉ, 2015).

Figura 02 - Temperatura máxima, mínima e precipitação em Igarapé - MG.



Fonte: Clima Tempo (2022).

Os trechos de córregos avaliados neste estudo se encontram no interior da Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé), criada pela Lei Municipal nº 1.306, de 16 de maio de 2003 (IGARAPÉ, 2003a) e regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.104, de 16 de maio de 2003 (IGARAPÉ, 2003b), enquadrando-se como uma unidade de conservação do grupo de uso sustentável nos termos do Art. 14, Inciso I da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000).

A APA de Igarapé possui área aproximada de 7.100 ha (sete mil e cem hectares), o que corresponde a aproximadamente 64% do território do município, abrangendo toda a fração da Bacia Hidrográfica contribuinte do Sistema de Abastecimento Serra Azul nos limites de Igarapé (TASSINARI, 2020), o que

representa as áreas de drenagem das sub-bacias dos córregos Curralinho, Potreiro, Ribeirão Estiva e parte da sub-bacia do Ribeirão do Diogo.

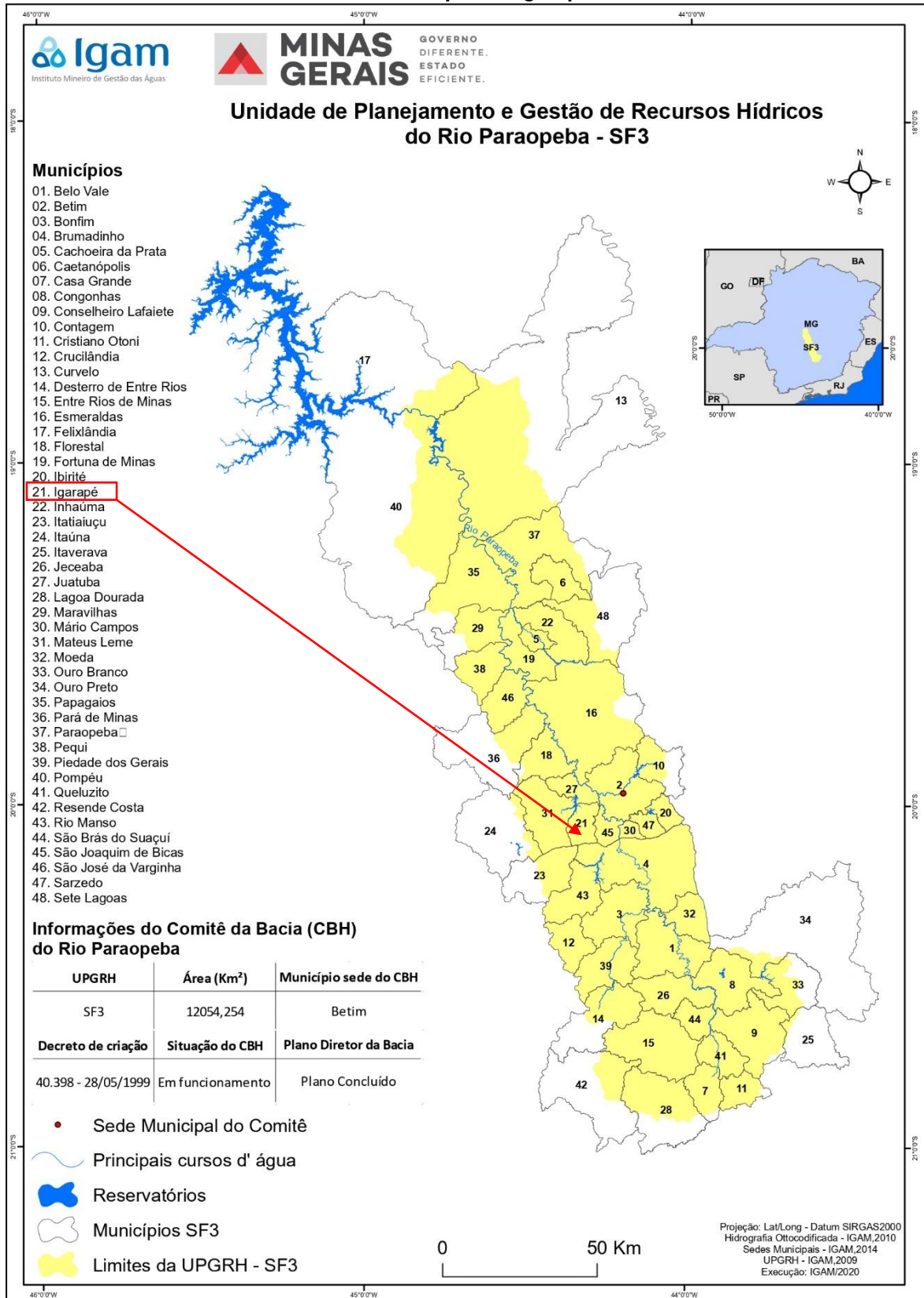
Por sua vez, o Sistema de Abastecimento Serra Azul administrado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, pertencente à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) SF3 (Figura 03), sendo esta uma das dez UPGRHs do Rio São Francisco em Minas Gerais conforme Deliberação Normativa CERH - MG nº 06, de 04 de outubro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002).

A APA de Igarapé apresenta um mosaico de áreas distintas, tais como áreas com vegetação nativa (Cerrado e Mata Atlântica), principalmente associadas aos cursos d'água que atravessam a região, áreas de plantio com predominância de horticultura, vários bairros com adensamento diversificado, áreas enquadradas como Zona de Expansão Urbana (ZEU) e áreas contendo empreendimentos desenvolvendo atividades comerciais/industriais como as localizadas na Zona de Empreendimentos Sustentáveis (ZES) situada na parte Nordeste da unidade de conservação, conforme macrozoneamento do Plano Diretor Municipal de Igarapé regulamentado pela Lei Complementar nº 03, de 3 de janeiro de 2007⁴ (IGARAPÉ, 2007).

Além da inserção na APA de Igarapé, os trechos de córregos analisados também estão inseridos na Área de Proteção Especial (APE) da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Serra Azul, criada por meio da publicação do Decreto Estadual nº 20.792, de 8 de setembro de 1980 para proteger o manancial do Sistema Serra Azul, que inclui a barragem homônima, responsável pelo abastecimento público de aproximadamente 1.000.000 (um milhão) de pessoas na região metropolitana de Belo Horizonte. A APE de Serra Azul possui área total aproximada de 256 km² e abrange os municípios de Igarapé, Mateus Leme e Itaúna (MINAS GERAIS, 1980).

⁴ Mais informações sobre o macrozoneamento municipal de Igarapé podem ser consultadas acessando o link: <https://drive.google.com/drive/folders/1rgrGLIOKQNJtEAPLIZ5X8f8c6ApOqLry>

Figura 03 – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Paraopeba - SF3 com destaque em Igarapé.

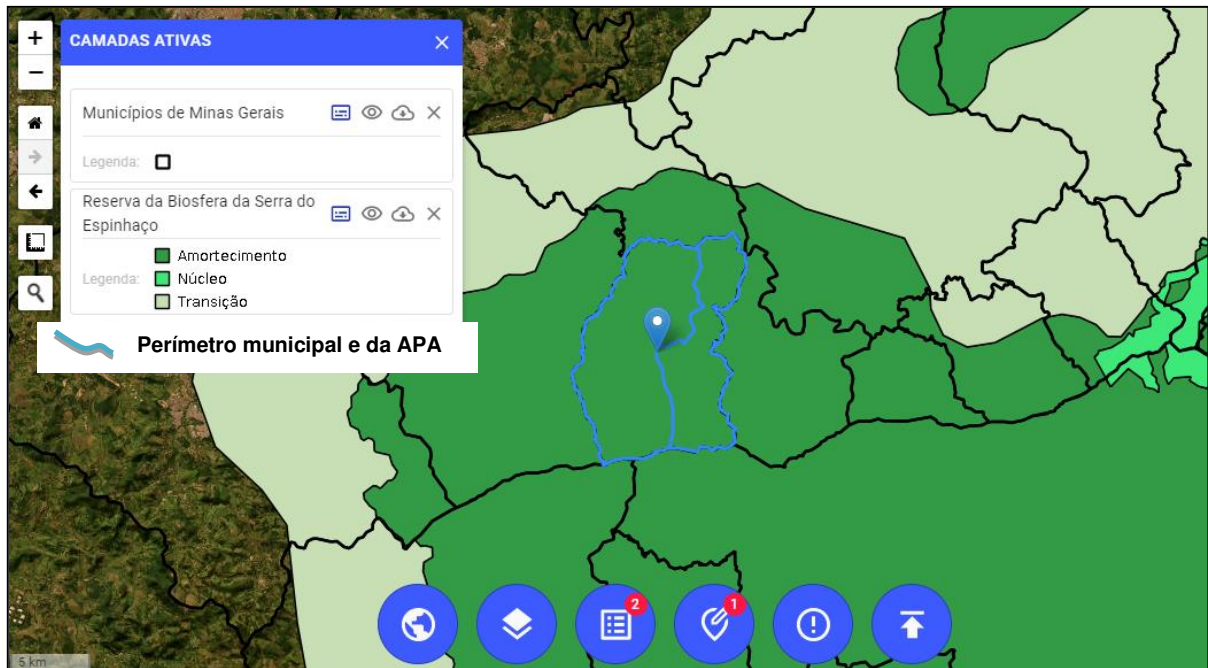


Fonte: Adaptação no mapa do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2020).

Cabe ressaltar que o Município de Igarapé está integralmente inserido na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (Figura 04), conforme consulta à Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA) (IDE-SISEMA, 2021). O Art. 41 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, define a Reserva da Biosfera da seguinte forma:

Art. 41. A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.” (BRASIL, 2000).

Figura 04 – Município de Igarapé inserido na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

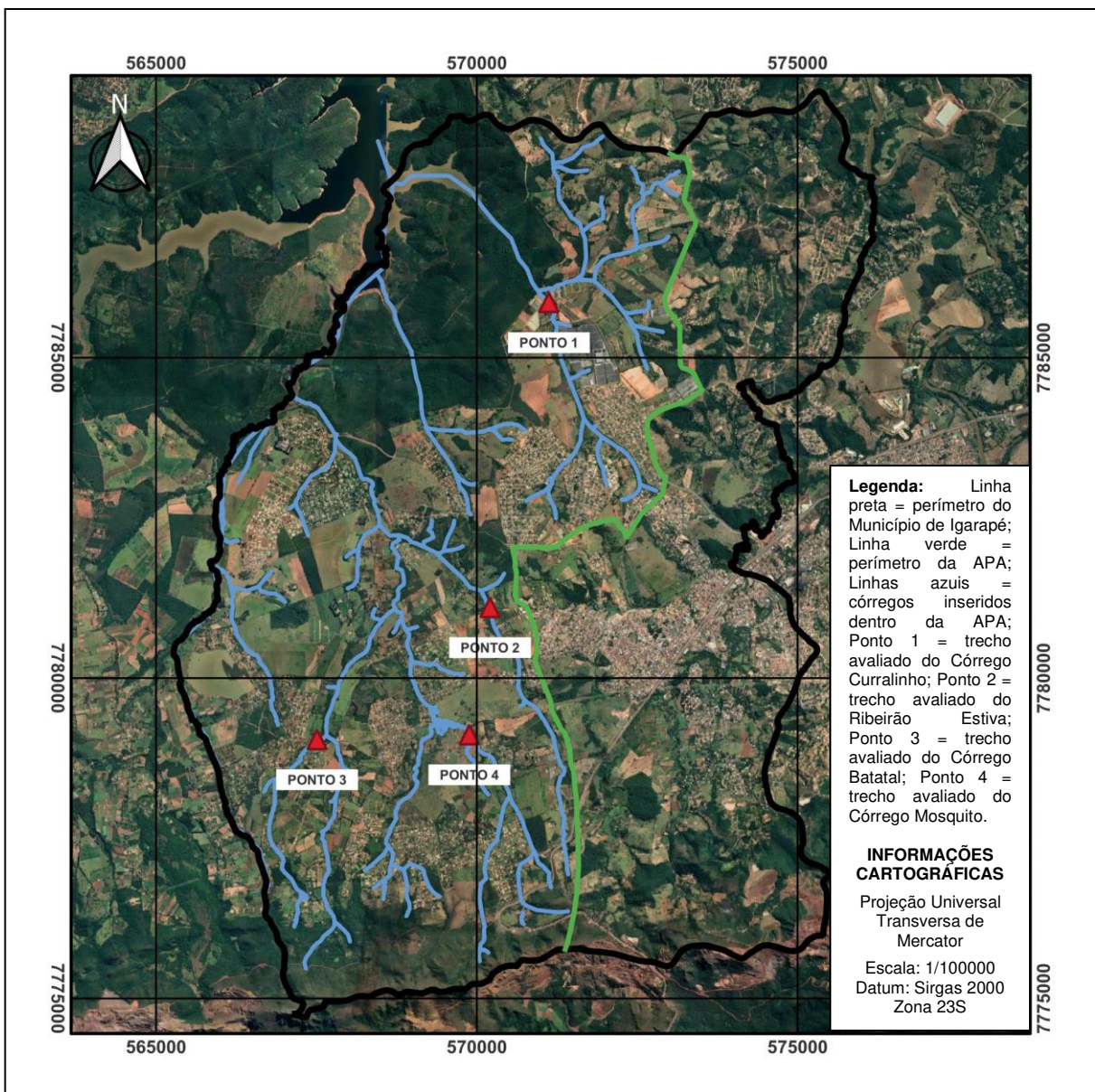


Fonte: Adaptação em imagem por satélite do IDE - Sisema (IDE-SISEMA, 2021).

A Figura 05 contém a localização dos quatro pontos avaliados nos quatro córregos selecionados dentro da APA de Igarapé. O primeiro ponto de avaliação (P1) localiza-se no **Córrego Curralinho** (Figura 06), próximo a um condomínio empresarial, na Zona de Empreendimentos Sustentáveis (ZES) do município conforme macrozoneamento do Plano Diretor Municipal regulamentado pela Lei Complementar nº 03, de 3 de janeiro de 2007 (IGARAPÉ, 2007). O segundo ponto

(P2) localiza-se no **Ribeirão Estiva** (Figura 07), distante a aproximadamente 300m do núcleo urbano mais próximo, inserido dentro de uma propriedade rural cuja entrada se dá pela Avenida Cristiano Chaves de Oliveira. O terceiro ponto (P3) localiza-se no **Córrego Batatal** (Figura 08), em uma área próxima aos bairros São Francisco e Monte Sinai. Por fim, o quarto ponto (P4) localiza-se no **Córrego Mosquito** (Figura 09), onde há propriedades rurais com diversos cultivos, tais como plantio de goiaba, milho e áreas de pastagem.

Figura 05 – Perímetro do Município de Igarapé, da APA contendo sua rede hidrográfica e a localização dos trechos de córregos avaliados.



Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Figura 06 – Ponto 1 no Córrego Curralinho.



Fonte: Adaptação em imagem do Google Earth (2022).

Figura 07 – Ponto 2 no Ribeirão Estiva.



Fonte: Adaptação em imagem do Google Earth (2023).

Figura 08 – Ponto 3 no Córrego Batatal.



Fonte: Adaptação em imagem do Google Earth (2023).

Figura 09 – Ponto 4 no Córrego Mosquito.



Fonte: Adaptação em imagem do Google Earth (2023).

4.2.2. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho

O Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) foi aplicado em 25 de junho de 2022 por um grupo de 37 voluntários, composto por produtores/trabalhadores rurais e sítiantes locais (comunidade rural), assim como por profissionais com formação na área ambiental, nos quatro pontos de córregos selecionados.

Cada ponto foi delimitado por um transecto de 50m de extensão e 30m de largura de cada margem a partir do seu leito regular, correspondendo a sua Área de Preservação Permanente (APP), conforme Art. 4º, Inciso I, Alínea “a” da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como “Código Florestal Brasileiro” (BRASIL, 2012).

O protocolo utilizado no estudo foi embasado na pesquisa de Pedroso e Colesanti (2017), que por sua vez foi fundamentado no protocolo de Callisto *et al.* (2002). O PAR citado propicia uma investigação mais célere por intermédio de observações visuais das características representativas de cada parâmetro analisado, que são pontuadas para determinação de um valor total final correspondente a soma das pontuações representando a qualidade do curso d’água.

Na avaliação visual os voluntários atribuíram pontuações aos 13 parâmetros presentes na ficha de avaliação, designando notas que variam entre 0, 2 e 4 pontos, correspondentes à condição ambiental de cada parâmetro que, de acordo com a pontuação atribuída pelo avaliador, poderá ser enquadrado em três condições a saber: **0 pontos** indica uma condição **ruim**, **2 pontos** indicam uma condição **intermediária** e **4 pontos** indicam uma condição **boa** para o respectivo parâmetro avaliado.

A soma da pontuação atribuída para cada um dos 13 parâmetros determina a pontuação geral total que resulta em quatro possíveis categorias apontando o estado de conservação do ambiente estudado (Quadro 03). Como as avaliações foram realizadas por 37 voluntários, a pontuação final para determinação da condição ambiental dos cursos d’água foi definida por meio da média das pontuações finais atribuídas por cada voluntário.

Quadro 03 – Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) utilizado no estudo.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA														
Data: 25/06/2022		Horário início: _____		Horário término: _____										
Nome do voluntário: _____				Latitude: _____										
Município: Igarapé - MG	Tempo: _____	Curso d'água: _____	Longitude: _____											
Observações:														
Características Avaliadas em Cada Ponto de Observação		Resumo dos Critérios a Serem Avaliados												
		4 pontos	2 pontos	0 pontos										
1	Tipo de ocupação das margens	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial										
2	Erosão próxima	Ausente	Moderada	Acentuada										
3	Alterações antrópicas	Ausente	Doméstica	Industrial/ Urbana										
4	Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente										
5	Presença de mata ciliar	Ótima	Boa	Ruim										
6	Extensão de mata ciliar	Extenso	Médio	Curto										
7	Odor da água	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial										
8	Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante										
9	Transparência da água	Transparente	Cor de chá	Opaca										
10	Odor do sedimento	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial										
11	Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama / Areia	Cimento/ Canalizado										
12	Alterações no canal do rio	Ausente	Moderada	Acentuada modificação										
13	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio	Substrato exposto	Lâmina d'água escassa										
SOMADOS PONTOS:														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADO (MARQUE DE ACORDO COM A SOMA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">ÓTIMA (41 a 52)</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFF00;">BOA (27 a 40)</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000;">REGULAR (13 a 26)</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #D2691E;">PÉSSIMA (0 e 12)</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>					RESULTADO (MARQUE DE ACORDO COM A SOMA)		ÓTIMA (41 a 52)	_____	BOA (27 a 40)	_____	REGULAR (13 a 26)	_____	PÉSSIMA (0 e 12)	_____
RESULTADO (MARQUE DE ACORDO COM A SOMA)														
ÓTIMA (41 a 52)	_____													
BOA (27 a 40)	_____													
REGULAR (13 a 26)	_____													
PÉSSIMA (0 e 12)	_____													

Fonte: Protocolo adaptado de Pedroso e Colesanti (2017) com parâmetros parcialmente alterados.

Cabe salientar que, devido a presente pesquisa ter envolvido a participação de voluntários na avaliação dos córregos, o projeto que deu origem a esse estudo foi submetido à avaliação e parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), obtendo o Parecer de Aprovação nº 5.175.395, emitido em 17 de dezembro de 2021 (ANEXO I). Além disso, em todas as etapas que envolveram a reunião de pessoas foram observadas as recomendações de segurança contra a disseminação do Novo Coronavírus.

4.2.3. Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os trechos dos córregos que foram avaliados através do PAR estão inseridos dentro da área de atuação do projeto produtor de águas denominado “Guardião dos Igarapés”, executado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé (SEMA) na parte da Bacia Hidrográfica do Sistema Serra Azul de abastecimento público que abarca o município de Igarapé-MG, correspondendo também ao território da APA de Igarapé.

O Projeto Guardiã dos Igarapés aprovado pelo Edital 02/2014 do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) está dividido em 12 metas. As coletas de água da “Meta 12 – Monitoramento” foram realizadas em duas campanhas, sendo a primeira composta por quatro ciclos de coleta que ocorreram entre os anos de 2015 e 2017 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Estiva e, posteriormente, com a ampliação do projeto para abranger toda Bacia Hidrográfica do Sistema Serra Azul inserida no perímetro municipal, ocorreu a segunda campanha entre os anos de 2021 e 2022 (Figura 10) igualmente com quatro ciclos de coleta (Informação verbal)⁵. No Quadro 04 podem ser conferidas as datas de realização dos 4 ciclos de coleta.

As amostras foram coletadas por uma equipe formada por representantes da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) ligada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por técnicos da

⁵ Informação fornecida pela Técnica em Meio Ambiente da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé, Eliane Assunção Nunes, em outubro de 2022.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé (SEMA), incluindo o autor do presente estudo que é o gestor da APA de Igarapé.

Figura 10 – Campanha de monitoramento da qualidade da água do Projeto Guardiã dos Igarapés. A) Coleta de água no Córrego Curralinho; B) Coleta de vegetais no Córrego Batatal.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

Quadro 04 – Datas das coletas realizadas para a 2ª Campanha de Monitoramento da Água – Projeto Guardiã dos Igarapés.

2ª Campanha de Monitoramento da Água do Projeto Guardiã dos Igarapés		
Ciclo de Coleta	Datas de Realização	Itens Coletados
I Ciclo	19/04/2021	Água, sedimentos e vegetais
II Ciclo	05/07/2021	Água, sedimentos e vegetais
III Ciclo	26/04/2022	Água, sedimentos e vegetais
IV Ciclo	19/10/2022	Água, sedimentos e vegetais

Fonte: Laudos do Projeto Guardiã dos Igarapés referentes as coletas realizadas entre 2021 e 2022.

As amostras foram processadas e analisadas no Laboratório de Saneamento da Escola de Veterinária da UFMG para verificar os impactos positivos da execução das demais metas do Projeto Guardiã dos Igarapés na melhoria das condições quali-quantitativas dos recursos hídricos abarcados pelo projeto. As análises laboratoriais de qualidade da água seguiram os procedimentos metodológicos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21 ed. (APHA, 2005).

Com os resultados das análises de cada ponto, por ciclo, e com a média de cada ponto dos quatro ciclos de coletas realizadas entre os anos de 2021 e 2022, especificamente nos mesmos quatro pontos onde foram realizadas as avaliações

com PAR, foi efetuado cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), conforme metodologia praticada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que se baseia no IQA desenvolvido através do estudo realizado no ano de 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, o qual compreende 09 (nove) parâmetros, possuindo cada um deles um peso (w_i) específico, determinado devido à sua importância para a constituição geral da qualidade da água (IGAM, 2021). A utilização dos resultados das referidas análises no presente estudo foi devidamente autorizada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé, conforme Autorização disposta no ANEXO II.

Para os cálculos do IQA foi utilizado o software IQAData 2015 (POSSELT; COSTA; LOBO, 2015). Foram utilizados somente os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da campanha de monitoramento que são compatíveis com o IQA, cuja determinante principal é a qualidade da água bruta para sua utilização no abastecimento público (IGAM, 2021). A descrição dos Parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água (IQA) e seus respectivos pesos utilizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), inclusive nas avaliações da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais através do Programa Águas de Minas, estão representados no Quadro 05:

Quadro 05 – Parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA) e seus respectivos pesos.

Parâmetro	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/mL)	0,10
Nitratos (mg/L NO_3^-)	0,10
Fosfato total (mg/L PO_4^{2-})	0,10
Varição da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: IGAM, Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2019 - Resumo Executivo Anual (IGAM, 2021).

Através dos resultados dos cálculos realizados foi determinada a qualidade da água *in natura*, que é indicada pelo IQA, variando em uma escala de 0 a 100 representativa da condição do curso d'água no ponto de coleta, enquadrando-se em 05 (cinco) classes distintas, conforme Tabela 01.

Tabela 01 - Classes do Índice de Qualidade da Água (IQA) e seu significado.

Valor do IQA	Classe	Significado
90 < IQA ≤ 100	Excelente	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público ⁶ .
70 < IQA ≤ 90	Boa	
50 < IQA ≤ 70	Regular/Média	
25 < IQA ≤ 50	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados. ⁷
IQA ≤ 25	Muito Ruim	

Fonte: IGAM, Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2019 - Resumo Executivo Anual (IGAM, 2021).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR)

O Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho foi aplicado pelos voluntários em cada trecho estabelecido dos quatro córregos em 25/06/2022, no período da manhã entre 09h.30min. e 11h.30min., em dia ensolarado com céu limpo, no início do inverno durante o período de estiagem, evitando interferências com o aumento abrupto do nível da água devido à ocorrência de precipitação, de forma similar ao experimento de Hannaford, Barbour e Resh (1997), cujas avaliações

⁶ Conforme Art. 2º, Inciso XXXIII da Resolução CONAMA nº 357/2005, tratamento convencional corresponde a clarificação da água com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de Ph (BRASIL, 2005).

⁷ Conforme Art. 2º, Inciso XXXII da Resolução CONAMA nº 357/2005, tratamento avançado corresponde às técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica (BRASIL, 2005).

ocorreram durante o outono de 1995, quando os dois riachos analisados estavam com fluxo de base⁸.

A aplicação do PAR pelos voluntários em cada ponto de avaliação apresentou resultados que classificaram os Córregos Currealinho, Batatal e Mosquito na categoria **Boa (entre 27 e 40 pontos)** e o Ribeirão Estiva foi o único classificado na categoria **Ótima (entre 41 e 52 pontos)**. Nenhum córrego foi classificado nas categorias Regular e Péssima, de modo que todos obtiveram notas acima de 26 pontos.

Na Tabela 02 e no Gráfico 01 estão organizados os dados de estatística descritiva referentes aos resultados das avaliações com o PAR nos quatro trechos de córregos.

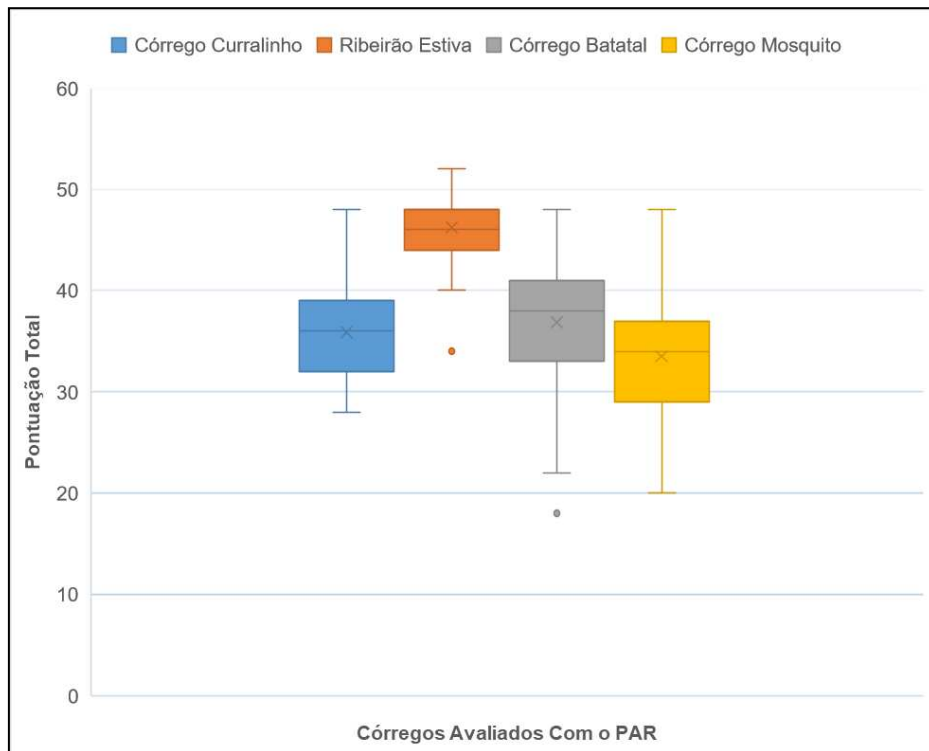
Tabela 02 – Dados estatísticos referentes à pontuação total nas avaliações com o PAR em cada trecho de córrego.

Córregos Avaliados	Nº de Avaliadores	Média	1º Quartil	2º Quartil (Mediana)	3º Quartil
Córrego Currealinho	37	35,89	32	36	39
Ribeirão Estiva	37	46,21	44	46	48
Córrego Batatal	37	36,86	33	38	41
Córrego Mosquito	37	33,51	29	34	37

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

⁸ Fluxo de Base é a porção da água de um curso d'água oriunda do lençol freático que mantém a perenidade do canal em períodos de seca ou estiagem (COSTA; BACELLAR, 2010).

Gráfico 01 - Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (pontuação total) das avaliações com o PAR nos trechos de córregos.



Legenda: X = Média; 1º linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana), linha superior da caixa = 3º Quartil, linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

➤ Ponto 1 - Córrego Curralinho

O córrego Curralinho obteve média de 35,89 pontos, que o enquadrou como em **Boa condição ambiental**, mesmo estando inserido em uma zona voltada para implantação de empreendimentos do Município de Igarapé.

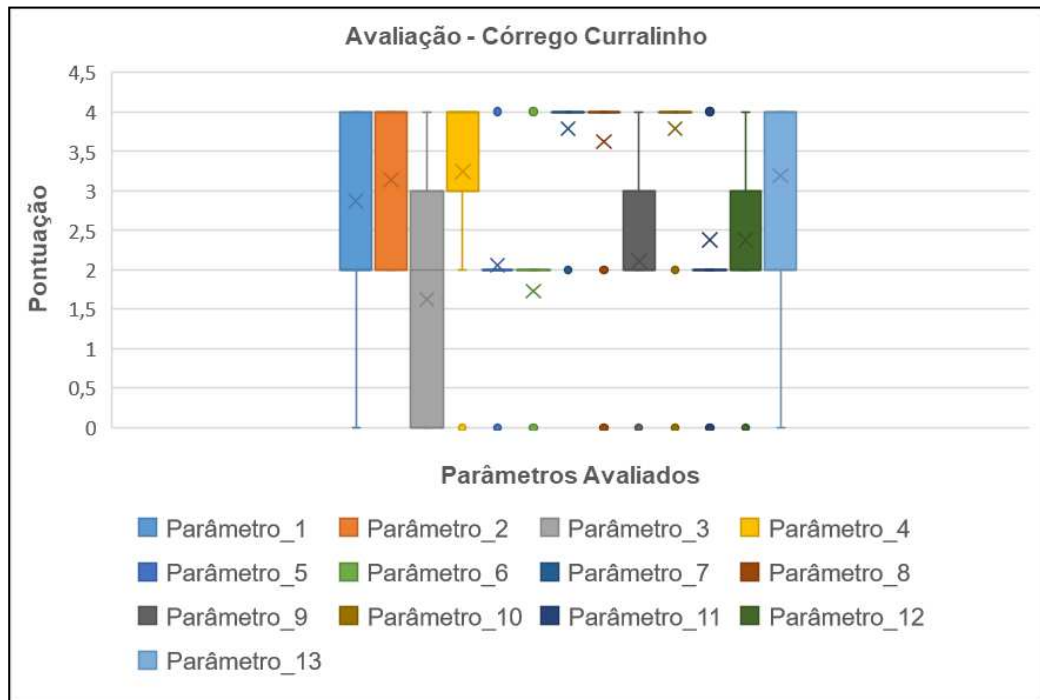
Na Tabela 03 e no Gráfico 02 estão organizados os dados de estatística descritiva referentes aos resultados das avaliações com o PAR para cada parâmetro do referido córrego.

Tabela 03 – Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Curralinho.

Córrego Curralinho					
Parâmetros	Nº de Avaliadores	Média	1ºQuartil	2ºQuartil (Mediana)	3ºQuartil
Parâmetro 1	37	2,86	2	2	4
Parâmetro 2	37	3,13	2	4	4
Parâmetro 3	37	1,6	0	2	3
Parâmetro 4	37	3,24	3	4	4
Parâmetro 5	37	2,05	2	2	2
Parâmetro 6	37	1,72	2	2	2
Parâmetro 7	37	3,78	4	4	4
Parâmetro 8	37	3,62	4	4	4
Parâmetro 9	37	2,10	2	2	3
Parâmetro 10	37	3,78	4	4	4
Parâmetro 11	37	2,37	2	2	2
Parâmetro 12	37	2,37	2	2	3
Parâmetro 13	37	3,18	2	4	4

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Gráfico 02 – Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córrego Curralinho.



Legenda: X = Média; 1º linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana), linha superior da caixa = 3º Quartil, linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

O trecho avaliado apresentava vegetação nativa de porte arbóreo mais adensada na marginal leste formando um fragmento florestal ciliar na Área de Preservação Permanente (APP) do Córrego Curralinho inserida dentro de um condomínio empresarial, enquanto na marginal oeste predominava vegetação rasteira exótica (pastagem) proporcionando a incidência parcial de radiação solar no leito do córrego, porém notou-se certo grau de compactação do solo devido ao acesso de animais. A compactação do solo ocasionada pela movimentação de animais, acentuada pela redução da vegetação provocada pelo pastejo, contribui para reduzir a taxa de infiltração da água de chuva no solo, aumentar os processos erosivos e diminuir o desenvolvimento radicular das plantas (MARCHÃO *et al.*, 2009).

A incidência parcial de luz solar no leito do córrego configura-se como aspecto positivo para o ecossistema fluvial, tendo em vista que situações extremas como a exposição integral ou plena ausência de irradiação solar são condições

limitantes à acomodação e ao progresso das comunidades biológicas (MORAIS *et al.*, 2015), por outro lado se a incidência parcial de luz solar não for devido a fatores naturais, mas sim por ter ocorrido supressão da vegetação ripária, como ocorre em muitos lugares para aumento de áreas de plantio ou criação de gado, os impactos resultantes sobre o curso d'água podem ser diversos.

Os efeitos ocasionados pelo desmatamento de matas ciliares contribuem para o rebaixamento do lençol freático, assim como para o aumento da carga de sedimentos suspensos na coluna d'água e contribuem para o assoreamento dos cursos d'água, conseqüentemente afetando tanto a qualidade como a quantidade da água disponível para consumo humano, uso na agricultura e pecuária (CASTRO; CASTRO; SOUZA, 2013; OLIVEIRA; VELOSO; ROSSONI, 2021).

De acordo com a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal Brasileiro), as Áreas de Preservação Permanente (APPs), como as faixas marginais dos rios nas metragens determinadas na referida lei, são consideradas áreas protegidas que devem ser preservadas, possuindo, entre outras, a função de preservar os recursos hídricos e a biodiversidade. (BRASIL, 2012).

Não havia formação de processos erosivos evidentes em suas margens ou em terrenos concomitantes, apesar da proximidade com a estrada pavimentada que atravessa o córrego por meio de uma ponte ao lado do trecho avaliado, onde o sistema de drenagem pluvial da estrada é direcionado para o córrego.

Não havia tubulações com lançamento de efluentes sanitários ou deposição irregular de resíduos sólidos urbanos/industriais no trecho, a água e o sedimento de fundo não possuíam cheiro desagradável nem aspecto que indicasse algum lançamento irregular de produtos oleosos, contudo, a água possuía aparência razoavelmente turva, com aspecto típico de cursos d'água que recebem algum lançamento de efluentes em seu percurso a montante. Em condições naturais a água é comumente transparente, de modo que águas com coloração turva ou com cor semelhante a chá forte geralmente indicam níveis elevados de sedimentos suspensos na coluna d'água, presença de matéria orgânica ou até mesmo de substâncias causadoras de poluição (ROSA; MAGALHÃES JUNIOR, 2019).

Cabe ressaltar que o Córrego Curralinho tem sua nascente localizada entre os bairros Atenas e Novo Igarapé, percorrendo considerável trecho concomitante ao

Bairro Novo Igarapé (cerca de 2 km), no lado oeste, até o ponto onde houve a aplicação do PAR que se localiza na Zona de Empreendimentos Sustentáveis – ZES, a aproximadamente 225 metros da reserva pertencente a COPASA destinada à proteção da Represa de Serra Azul. Ao longo do percurso do córrego no bairro mencionado já foram verificados alguns pontos de lançamentos irregulares de efluentes sanitários, principalmente água cinza oriunda de pias de banheiros e cozinhas comumente lançada nas sarjetas das ruas.

O fundo continha sedimento predominantemente lamoso/arenoso e a lâmina d'água ocupava totalmente o leito regular do córrego, mesmo em plena estação tipicamente seca (Inverno), indicando fluxo de base com boa vazão mantendo a perenidade do canal durante o período de seca/estiagem (COSTA; BACELLAR, 2010).

As condições da vegetação, taludes e coloração da água podem ser conferidas nas figuras 11 e 12.

Figura 11 – Localização do trecho avaliado do Córrego Curralinho.



Fonte: Registro fotográfico realizado por drone. Acervo particular do autor (2022).

Figura 12 – Trecho avaliado do Córrego Curralinho.



Fonte: Acervo particular do autor (2022).

➤ **Ponto 2 – Ribeirão Estiva**

O Ribeirão Estiva obteve a maior nota do PAR, indicando estar em melhor estado de conservação em relação aos outros córregos avaliados, sendo classificado na categoria **Ótima** com média de 46,21 pontos. Na Tabela 04 e Gráfico 03 encontram-se os dados organizados de estatística descritiva referentes aos resultados das avaliações com PAR no Ribeirão Estiva para os 13 parâmetros.

Tabela 04 – Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Ribeirão Estiva (continua).

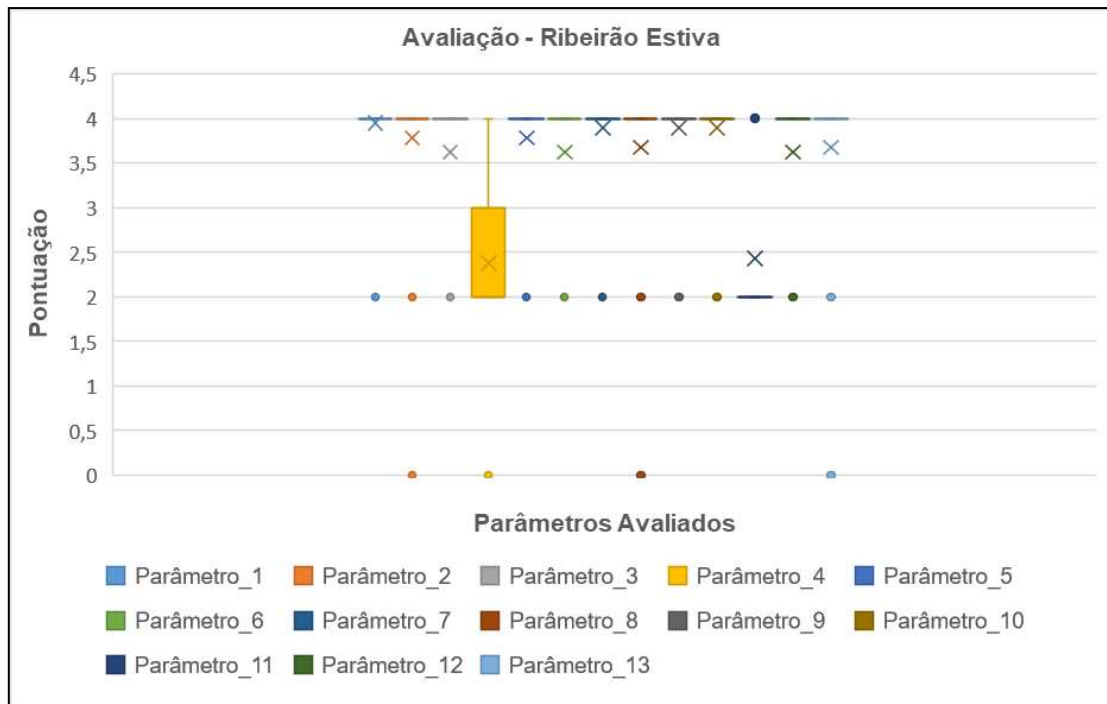
Ribeirão Estiva					
Parâmetros	Nº de Avaliadores	Média	1ºQuartil	2ºQuartil (Mediana)	3ºQuartil
Parâmetro 1	37	3,94	4	4	4
Parâmetro 2	37	3,78	4	4	4
Parâmetro 3	37	3,62	4	4	4

Tabela 04 – Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Ribeirão Estiva (conclusão).

Parâmetros	Nº de Avaliadores	Média	1ºQuartil	2ºQuartil (Mediana)	3ºQuartil
Parâmetro 4	37	2,37	2	2	3
Parâmetro 5	37	3,78	4	4	4
Parâmetro 6	37	3,62	4	4	4
Parâmetro 7	37	3,89	4	4	4
Parâmetro 8	37	3,67	4	4	4
Parâmetro 9	37	3,89	4	4	4
Parâmetro 10	37	3,89	4	4	4
Parâmetro 11	37	2,43	2	2	2
Parâmetro 12	37	3,62	4	4	4
Parâmetro 13	37	3,67	4	4	4

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Gráfico 03 - Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Ribeirão Estiva.



Legenda: X = Média; 1º linha do meio da caixa = 2ºQuartil (mediana), linha superior da caixa = 3ºQuartil, linha inferior da caixa = 1ºQuartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

O trecho avaliado possui mata ciliar mais adensada nas duas margens com características de Floresta Estacional Semidecidual Montana em estágio médio a avançado de regeneração, conforme definição estipulada pela Resolução CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007 (BRASIL, 2007), cuja faixa marginal possuía no mínimo 30 metros de largura em relação ao leito do córrego, atendendo a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal Brasileiro) (BRASIL, 2012). Não havia formação de processos erosivos evidentes em suas margens, bem como não havia tubulações com lançamento de efluentes sanitários ou deposição irregular de resíduos sólidos urbanos/industriais no trecho.

A água e o sedimento de fundo não possuíam cheiro desagradável nem contaminação evidente com produtos oleosos. O fundo era predominantemente lamoso/arenoso, a lâmina d'água apresentava boa transparência e ocupava totalmente o leito regular do córrego, mesmo em pleno inverno.

O curso d'água só não recebeu a maior pontuação nos parâmetros 4 (cobertura vegetal no leito) e 11 (tipo de fundo), os quais receberam pontuação referente a uma condição Intermediária (2 pontos). A pontuação do parâmetro 4 (cobertura vegetal no leito) se deu mediante a considerável cobertura vegetal do leito pela projeção da copa das árvores da mata ciliar em estágio médio a avançado de regeneração. De acordo com Tundisi e Tundisi (2010), o ciclo hidrológico, as características químicas da água drenada, o aporte de matéria orgânica para os sistemas aquáticos e a energia hidráulica do escoamento superficial dos afloramentos de água subterrânea são diretamente conectados às características da vegetação ciliar, sua integridade, densidade e diversidade.

A cobertura vegetal funciona como defesa natural contra erosão do solo, conferindo inúmeros efeitos como a proteção contra a compactação do solo ocasionada pelo impacto das gotas de chuva; espalhamento da água com sua interceptação e subsequente evaporação antes de atingir o solo; formação de canalículos no solo devido à decomposição das raízes das plantas, otimizam a infiltração da água; aprimoramento estrutural do solo pelo acréscimo de matéria orgânica, conseqüentemente melhorando a capacidade de contenção da água; redução da velocidade do fluxo da enxurrada devido ao maior atrito na superfície (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

Por outro lado, se a projeção da copa das árvores e arbustos impedir consideravelmente a incidência da luz solar no leito do curso d'água, irá dificultar o crescimento de organismos autótrofos como aqueles que compõem o perifíton na superfície das rochas, cascalhos e galhos de árvores/arbustos caídos no leito. O perifíton serve de alimento para os macroinvertebrados bentônicos raspadores (CHAGAS *et al.*, 2017) e para alguns grupos de peixes (ALVARENGA *et al.*, 2021). Como já explanado neste estudo, a exposição integral ou a total ausência de irradiação solar sobre o ambiente aquático pode prejudicar à instalação e o progresso das comunidades (MORAIS *et al.*, 2015).

De acordo com Alvarenga *et al.* (2021), diversas espécies de peixes forrageiam em bancos de folhas, assim como perto de raízes e galhos de árvores que são mais frequentemente encontrados em áreas onde a mata ciliar é mais densa, porém os peixes que se alimentam dos organismos que compõem o perifíton são mais encontrados em áreas com maior incidência de luz e maior produção de algas, podendo estas condições ocorrerem mesmo em sistemas intocados, como em trechos mais largos do curso d'água não totalmente coberto pelo dossel ou atravessando clareiras abertas naturalmente na mata ciliar.

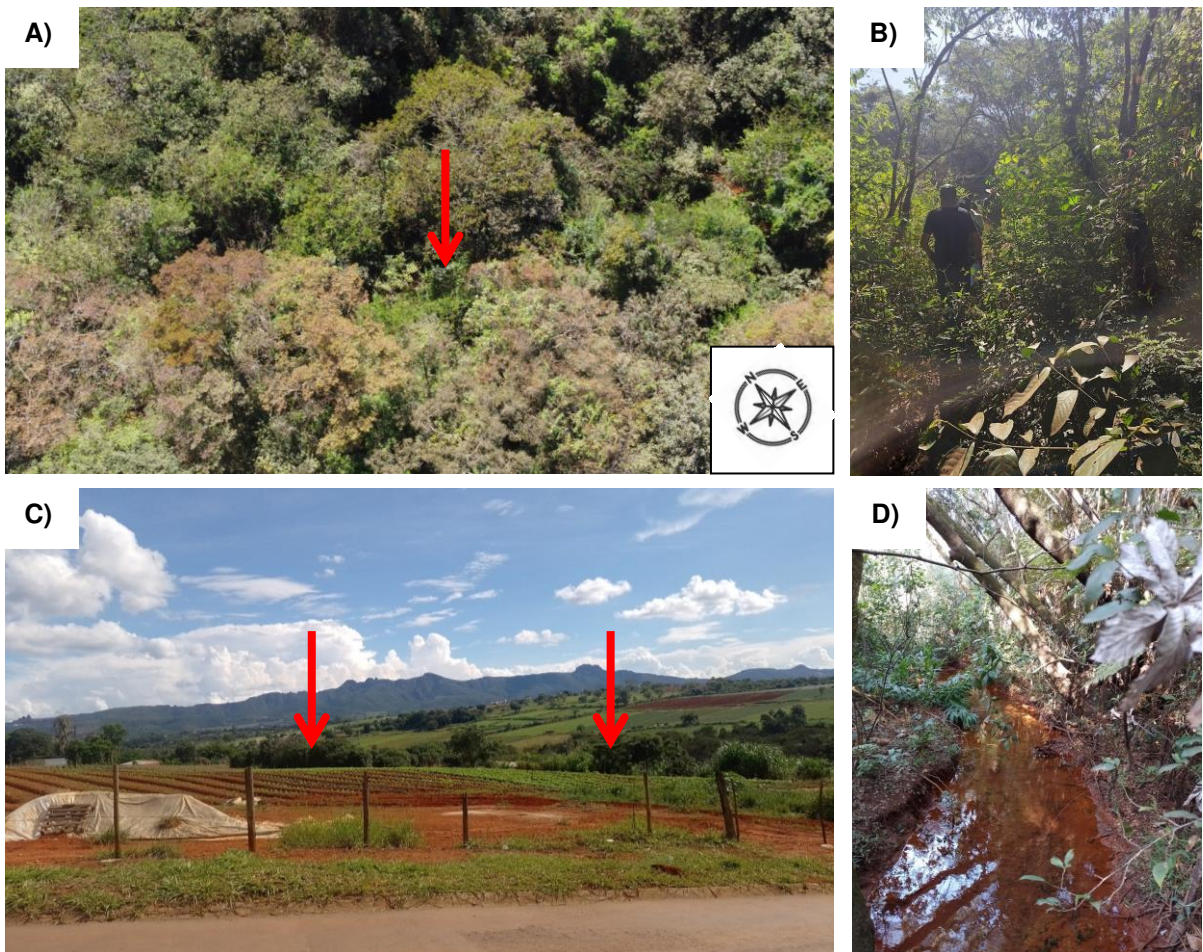
Por sua vez, o parâmetro 11 (tipo de fundo) recebeu 2 pontos devido à clara predominância de sedimento lamoso/arenoso no leito, possivelmente pelo aporte de sedimentos a montante do curso d'água, tendo em vista que apesar do trecho avaliado possuir considerável faixa de mata ciliar, o córrego percorre trechos de cultivo onde ocorrem constantemente a aração e gradagem do solo em terrenos razoavelmente declivosos. O preparo convencional do solo por meio da aração e diversas gradagens favorece as perdas por erosão, pois quebra a estrutura natural do solo, fragmentando-o e deixando-o totalmente exposto à ação erosiva das chuvas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

Cabe salientar que, quanto à predominância de sedimento lamoso/arenoso no córrego, a Avenida Cristiano Chaves de Oliveira atravessa o Ribeirão Estiva pouco antes do ponto de avaliação (a montante) e o sistema de drenagem pluvial da via pública em questão direciona seu fluxo hídrico para o curso d'água, também podendo contribuir com a deposição de sedimentos em seu leito, assim como o desenvolvimento de atividades agrícolas nas propriedades próximas sem a

implementação das devidas práticas conservacionistas de manejo do solo e da água recomendadas pela bibliografia concernente.

O predomínio de sedimento lamoso/arenoso no leito do córrego significa baixa heterogeneidade de micro-habitats, que são qualificados pelos tipos de substratos encontrados no leito, tais como restos de folhas, musgos, sedimentos com granulometria variada (siltes, areias), seixos e cascalhos (ALLAN; ERICKSON; FAY, 1997). Segundo Monteiro, Oliveira e Godoy (2008) vários trabalhos informam a relação positiva entre a riqueza e a diversidade de organismos bentônicos com o tamanho e a heterogeneidade do substrato. A Figura 13 contém o registro fotográfico da área avaliada e região.

Figura 13 – Localização do trecho avaliado do Ribeirão Estiva. A) Vista aérea do trecho obtida por meio de drone; B) Trilha de acesso ao córrego; C) Vista horizontal de parte da bacia, a montante do trecho avaliado, com destaque para a posição do canal; D) Ribeirão Estiva.



Fonte: Acervo particular do autor (2022).

➤ **Ponto 3 – Córrego Batatal**

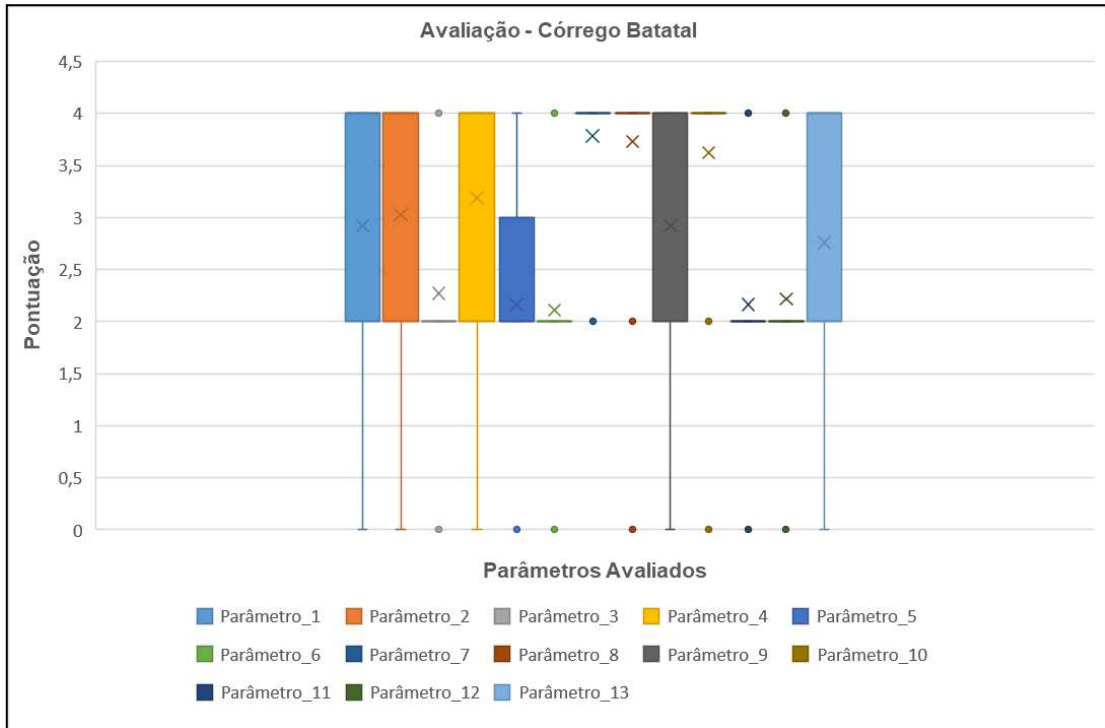
O Córrego Batatal obteve média de 36,86 pontos, enquadrado como em **Boa condição ambiental**. Na Tabela 05 e Gráfico 04 encontram-se os dados organizados de estatística descritiva referentes aos resultados das avaliações com PAR no Córrego Batatal para os 13 parâmetros.

Tabela 05 – Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Batatal.

Córrego Batatal					
Parâmetros	Nº de Avaliadores	Média	1ºQuartil	2ºQuartil (Mediana)	3ºQuartil
Parâmetro 1	37	2,91	2	4	4
Parâmetro 2	37	3,02	2	4	4
Parâmetro 3	37	2,27	2	2	2
Parâmetro 4	37	3,18	2	4	4
Parâmetro 5	37	2,16	2	2	3
Parâmetro 6	37	2,10	2	2	2
Parâmetro 7	37	3,78	4	4	4
Parâmetro 8	37	3,72	4	4	4
Parâmetro 9	37	2,91	2	4	4
Parâmetro 10	37	3,62	4	4	4
Parâmetro 11	37	2,16	2	2	2
Parâmetro 12	37	2,21	2	2	2
Parâmetro 13	37	2,75	2	4	4

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Gráfico 04 - Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córrego Batatal.



Legenda: X = Média; 1º linha do meio da caixa = 2ºQuartil (mediana), linha superior da caixa = 3ºQuartil, linha inferior da caixa = 1ºQuartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

O trecho avaliado do Córrego Batatal possui topografia plana e localiza-se na borda de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, conforme pode ser verificado na Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA) (IDE-SISEMA, 2021).

Devido à sua proximidade com a estrada, nota-se a deposição clandestina de resíduos diversos ao longo da trilha que leva ao ponto de avaliação, tais como resíduos domiciliares, ossada de animais mortos e resíduos de poda de árvores, fato comumente constatado em países de baixa renda, onde nota-se frequentemente a destinação irregular de resíduos como a queima, despejo em estradas e terrenos abertos ou mesmo em cursos d'água (THE WORLD BANK, 2018). Exatamente no trecho de avaliação há uma construção abandonada, estruturas de concreto interceptando parte do leito do curso d'água e evidências de movimentação de pessoas e animais nas margens do córrego.

De acordo com Oliveira e Nunes (2015), intervenções como lançamento de efluentes sanitários sem tratamento, disposição inadequada de resíduos sólidos domiciliares e supressão da vegetação ripária para ocupação das margens, contribuem substancialmente com a deterioração ambiental da área afetada.

Apesar do trecho específico possuir vegetação raleada nas margens do curso d'água, no momento da avaliação a incidência de radiação solar no leito do córrego era baixa, o que não necessariamente significa baixa exposição durante todo o dia se for considerado o movimento diurno do sol no sentido Leste-Oeste em relação ao observador.

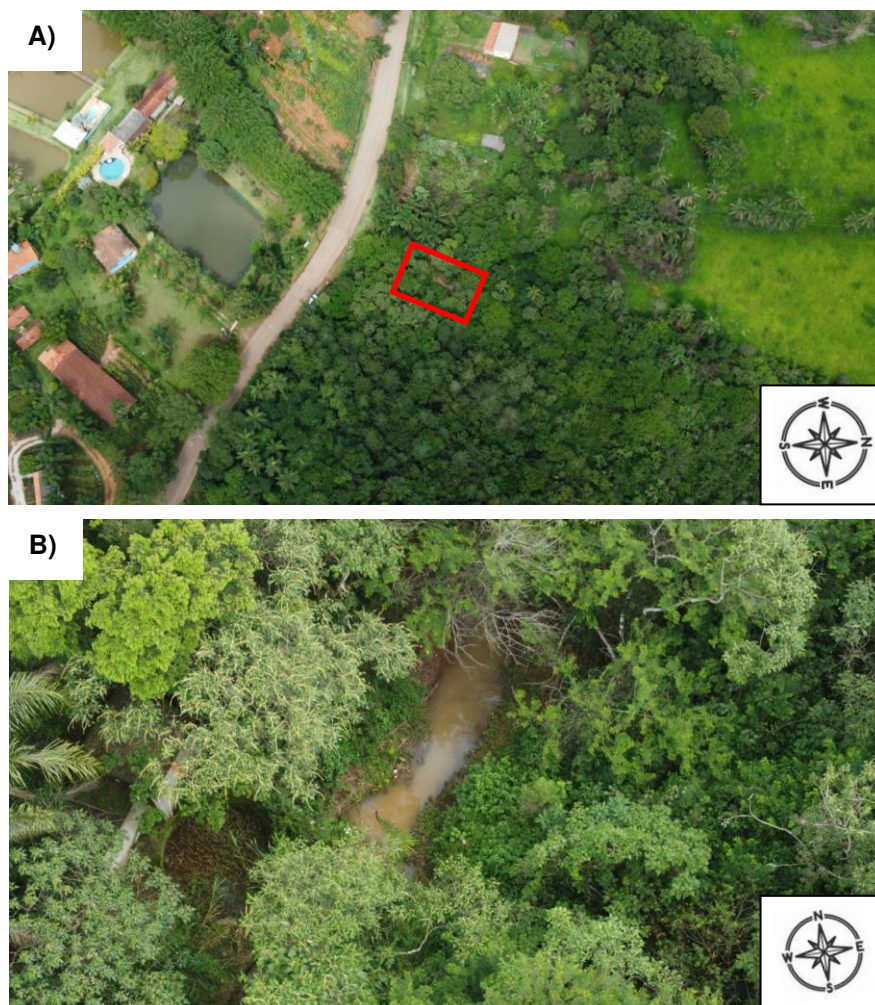
Por se tratar de topografia plana, não havia taludes acentuados nas margens e o leito do rio apresentava-se muito raso, provavelmente devido a deposição de sedimentos advindos da drenagem pluvial da estrada mais próxima e a movimentação de animais nas margens. A drenagem pluvial urbana pode transportar, além de sedimentos, consideráveis níveis de poluentes orgânicos e de metais, atingindo os cursos d'água em épocas de chuva, sendo uma das mais importantes fontes de poluições difusa (TUCCI, 2005).

O imóvel de inserção do ponto de avaliação apresentava características de ser uma fazenda abandonada há vários anos. Não havia tubulações com lançamento de efluentes sanitários no trecho, a água e o sedimento de fundo não possuíam cheiro desagradável nem aspecto que indicasse algum lançamento irregular de produtos oleosos. A água estava razoavelmente transparente, porém o fundo possuía aspecto homogêneo com a predominância de substrato lamoso/arenoso, o que pode afetar a riqueza e a diversidade de organismos bentônicos (MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008).

A homogeneização ambiental causada por atividades antrópicas, como a construção de barramentos de grandes rios, canalizações de córregos e o assoreamento de cursos d'água com a deposição excessiva de sedimentos, pode ser considerada uma das principais causas de perda da biodiversidade em ecossistemas de água doce (REID *et al.*, 2019).

As figuras 14 e 15 apresentam o registro fotográfico da área avaliada e da entrada da trilha de acesso ao ponto de avaliação no Córrego Batatal.

Figura 14 – Localização do trecho avaliado do Córrego Batatal. A) Vista aérea da área; B) Vista aérea evidenciando abertura no dossel na área avaliada.



Fonte: Registro fotográfico realizado por drone. Acervo particular do autor (2022).

Figura 15 – Trecho avaliado do Córrego Batatal. A) Entrada da trilha de acesso ao ponto de avaliação; B) Córrego Batatal.



Fonte: Acervo particular do autor (2022).

➤ **Ponto 4 – Córrego Mosquito**

O Córrego Mosquito obteve média de 33,51 pontos, enquadrado como em **Boa condição ambiental**, porém foi o curso d'água que obteve média de pontuação mais baixa, devido à atribuição de nota para condição Ruim (0 pontos) aos parâmetros “5 - Presença de mata ciliar” e “6 - Extensão de mata ciliar”, bem como a atribuição de nota para condição Intermediária (2 pontos) aos parâmetros “1 – Tipo de ocupação das margens”; “2 – Erosão próxima”; “3 – Alterações antrópicas” e “12 – Alterações no canal do rio”.

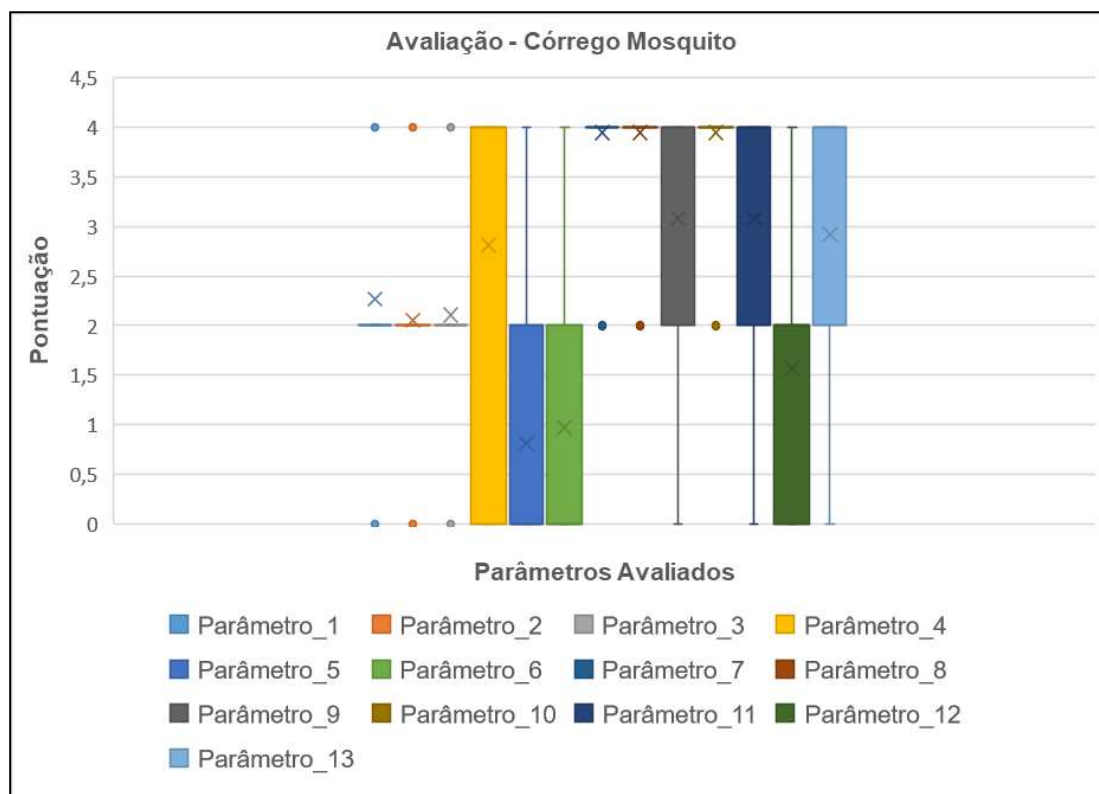
Na Tabela 06 e Gráfico 05 encontram-se os dados organizados de estatística descritiva referentes aos resultados das avaliações com PAR no Córrego Mosquito para os 13 parâmetros.

Tabela 06 – Dados estatísticos referentes à pontuação dos parâmetros nas avaliações com o PAR no Córrego Mosquito.

Córrego Mosquito					
Parâmetros	Nº de Avaliadores	Média	1ºQuartil	2ºQuartil (Mediana)	3ºQuartil
Parâmetro 1	37	2,27	2	2	2
Parâmetro 2	37	2,05	2	2	2
Parâmetro 3	37	2,10	2	2	2
Parâmetro 4	37	2,81	0	4	4
Parâmetro 5	37	0,81	0	0	2
Parâmetro 6	37	0,97	0	0	2
Parâmetro 7	37	3,94	4	4	4
Parâmetro 8	37	3,94	4	4	4
Parâmetro 9	37	3,08	2	4	4
Parâmetro 10	37	3,94	4	4	4
Parâmetro 11	37	3,08	2	4	4
Parâmetro 12	37	1,56	0	2	2
Parâmetro 13	37	2,91	2	4	4

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Gráfico 05 - Dados de estatística descritiva referentes aos resultados (parâmetros individuais) das avaliações com o PAR no Córrego Mosquito.



Legenda: X = Média; 1º linha do meio da caixa = 2ºQuartil (mediana), linha superior da caixa = 3ºQuartil, linha inferior da caixa = 1ºQuartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Provavelmente, as notas “ruim” e “intermediária” atribuídas pelos voluntários para os referidos parâmetros do Córrego Mosquito se devem à presença de uma ponte no trecho de avaliação com o sistema de drenagem pluvial da estrada direcionada para o curso d’água, pouca vegetação nas margens, mesmo que rasteira, pisoteio de animais domésticos (bovinos e equinos) em uma das margens contribuindo para a instabilidade e o carreamento de sedimentos para o curso d’água.

Cabe salientar que, ao lado do ponto de avaliação tem uma estrada de servidão concomitante ao córrego, conseqüentemente dentro de sua Área de Preservação Permanente (APP), a qual dá acesso a uma propriedade rural por onde percorre o curso d’água antes de passar pela ponte supracitada da Rua Mosquito.

Não foi identificada alguma tubulação para lançamento de efluentes sanitários no trecho, a água estava razoavelmente transparente e, assim como o sedimento de fundo, não possuíam cheiro desagradável nem contaminação aparente por produtos oleosos. Da mesma forma que os demais pontos avaliados, o leito do Córrego Mosquito apresentava predominância de substrato lamoso/arenoso, ou seja, não havia heterogeneidade de substrato, sendo este aspecto importante para a riqueza e a diversidade de organismos bentônicos (MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008).

De acordo com De Toni *et al.* (2014), riachos expostos à intensa atividade agrícola são mais homogêneos e semelhantes entre si em relação aos que possuem vegetação preservada. A baixa heterogeneidade ambiental provocada pelos impactos do uso da terra no habitat físico do riacho pode também resultar em níveis mais baixos de diversidade funcional da ictiofauna (ALVARENGA *et al.*, 2021).

As figuras 16 e 17 apresentam o registro fotográfico da área avaliada no Córrego Mosquito.

Figura 16 – Localização do trecho avaliado do Córrego Mosquito.



Fonte: Registro fotográfico realizado por drone. Acervo particular do autor (2022).

Figura 17 – Trecho do Córrego Mosquito que foi avaliado. A) Córrego no lado Noroeste da ponte; B) Córrego lado Sudeste da ponte; C) Estrada de servidão paralela ao córrego (lado Sudeste); D) Plantação de milho ao lado do curso d'água (lado Noroeste).



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

4.3.2. Análise do IQA

Por sua vez, os cálculos do Índice de Qualidade da Água (IQA) para a média dos quatro pontos de medições apresentaram resultados que classificaram a qualidade da água dos Córregos Currallinho, Mosquito e Ribeirão Estiva na **categoria Regular ($50 < IQA \leq 70$ pontos)** e o Córrego Batatal na **categoria Boa ($70 < IQA \leq 90$ pontos)**.

Os dados estatísticos dos laudos de análise da água dos quatro ciclos de coleta referentes aos parâmetros utilizados no IQA encontram-se na Tabela 07.

Tabela 07 – Dados estatísticos dos laudos de análise da água dos quatro ciclos de coleta referentes aos parâmetros utilizados no IQA (continua).

Córrego Curralinho			
Parâmetros do IQA	Nº de Coletas	Média	Desvio Padrão
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	4	5,325	1,51
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	4	1.517,5	1.474,03
pH	4	7,515	0,47
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	4	1,6	0,24
Nitratos (mg/L NO ₃ ⁻)	4	1,45	0,9
Fosfato total (mg/L PO ₄ ⁻²)	4	0,275	0,05
Variação da temperatura (°C)	4	19,5	4,06
Turbidez (UNT)	4	8,3325	5,93
Sólidos totais (mg/L)	4	45,2375	66,27
Ribeirão Estiva			
Parâmetros do IQA	Nº de Coletas	Média	Desvio Padrão
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	4	5,225	1,11
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	4	33,875	7,75
pH	4	7,56	0,32
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	4	1,95	0,82
Nitratos (mg/L NO ₃ ⁻)	4	2,9	2,05
Fosfato total (mg/L PO ₄ ⁻²)	4	0,3	0,16
Variação da temperatura (°C)	4	19,5	4,06
Turbidez (UNT)	4	5,5225	3,59
Sólidos totais (mg/L)	4	53,7875	88,84

Tabela 07 – Dados estatísticos dos laudos de análise da água dos quatro ciclos de coleta referentes aos parâmetros utilizados no IQA (conclusão).

Córrego Batatal			
Parâmetros do IQA	Nº de Coletas	Média	Desvio Padrão
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	4	6,2	1,06
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	4	242	247,22
pH	4	6,9975	0,39
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	4	0,8	0,29
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	1	0,61
Fosfato total (mg/L PO ₄ ²⁻)	4	0,11	0,01
Variação da temperatura (°C)	4	19,5	4,06
Turbidez (UNT)	4	1,1975	0,88
Sólidos totais (mg/L)	4	29,4875	44,22
Córrego Mosquito			
Parâmetros do IQA	Nº de Coletas	Média	Desvio Padrão
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	4	5,95	1,08
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	4	1.110	1.358,97
pH	4	7,77	0,69
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	4	1,525	0,23
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	2,55	1,58
Fosfato total (mg/L PO ₄ ²⁻)	4	0,2625	0,11
Variação da temperatura (°C)	4	19,5	4,06
Turbidez (UNT)	4	2,665	1,56
Sólidos totais (mg/L)	4	78,2875	134,59

Elaborado por: Wender Lucas de Almeida (2023).

Fonte: Laudos do Projeto Guardião dos Igarapés referentes às coletas realizadas entre 2021 e 2022.

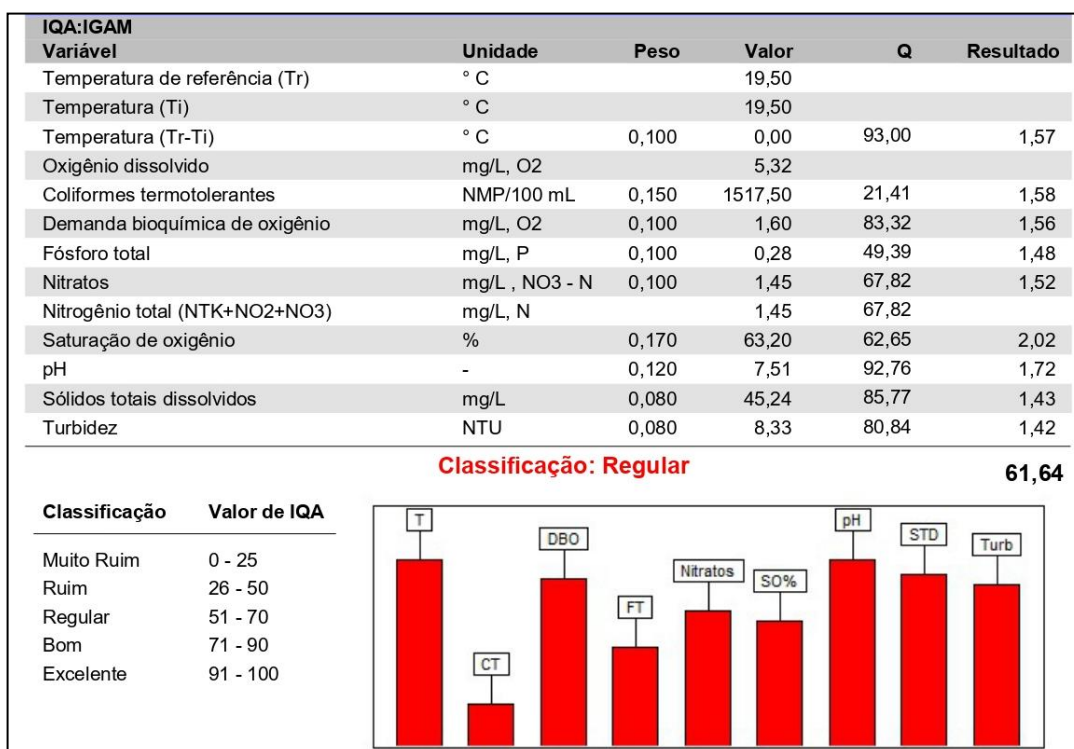
Conforme Tabela 07, os parâmetros que tiveram o desvio padrão muito acima dos demais foram “Coliformes Termotolerantes” e “Sólidos Totais”, indicando uma grande oscilação nos resultados desses parâmetros nos quatro ciclos de coleta realizados entre os anos de 2021 e 2022.

A maior média e desvio padrão para o parâmetro “Coliformes Termotolerantes” foi referente ao Córrego Curralinho, conhecidamente impactado por lançamentos irregulares de efluentes sanitários no Bairro Novo Igarapé, a montante do trecho avaliado. A maior média e desvio padrão para o parâmetro “Sólidos Totais” foi obtida pelo Córrego Mosquito, sendo o único com trecho de avaliação perpendicular a uma estrada sem pavimentação com sua drenagem direcionada para o curso d’água proporcionado grande aporte de sedimentos.

Todos os quatro pontos de avaliação tiveram classificação em categoria superior ao IQA calculado para o Ribeirão Serra Azul referente ao ano de 2021, em ponto de coleta de água a jusante da Represa de Serra Azul, que foi enquadrado na categoria Ruim (40 pontos), conforme consulta à Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA) (IDE-SISEMA, 2021).

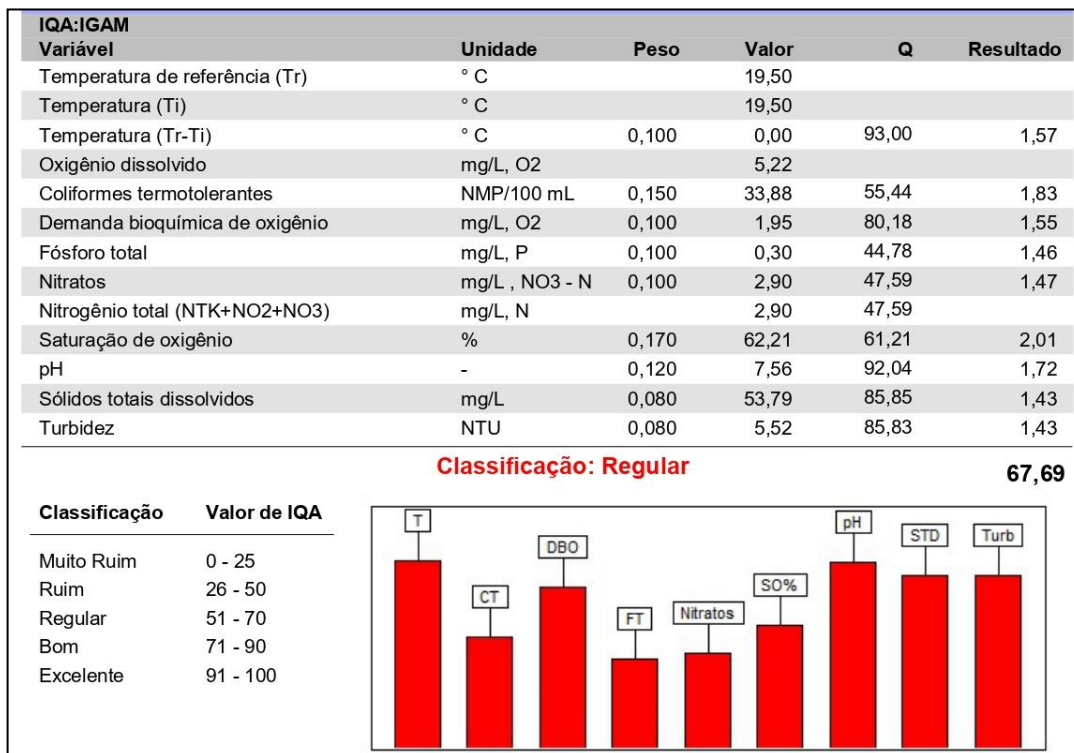
As figuras 18 a 21 contém os resultados do IQA para cada trecho de córrego avaliado, inclusive os valores médios de cada parâmetro que subsidiaram o cálculo. Os valores usados para determinação das médias dos parâmetros do IQA foram extraídos dos Laudos de análise da 2º campanha de monitoramento da água do projeto Guardiã dos Igarapés, cujos 4 ciclos de coleta ocorreram em abril e julho de 2021 e em abril e outubro de 2022.

Figura 18 – Resultados do IQA para o Ponto 1 – Córrego Curralinho.



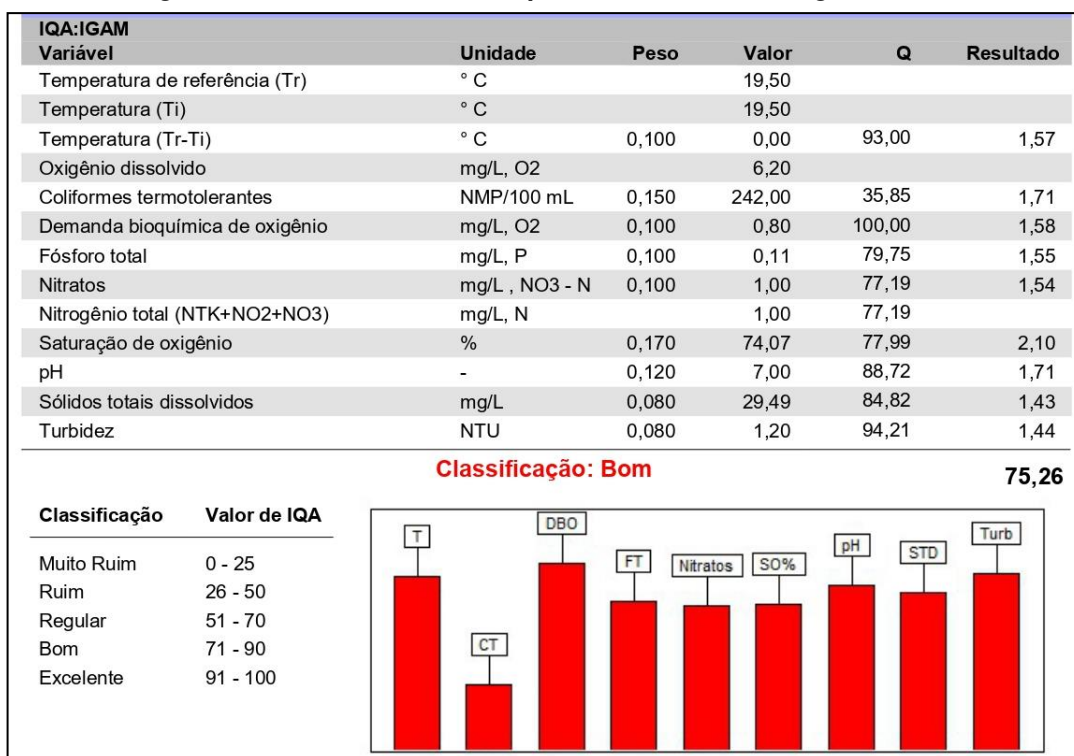
Fonte: Elaborado pelo autor com o Software IQADData2015 (2022).

Figura 19 – Resultados do IQA para o Ponto 2 – Ribeirão Estiva.



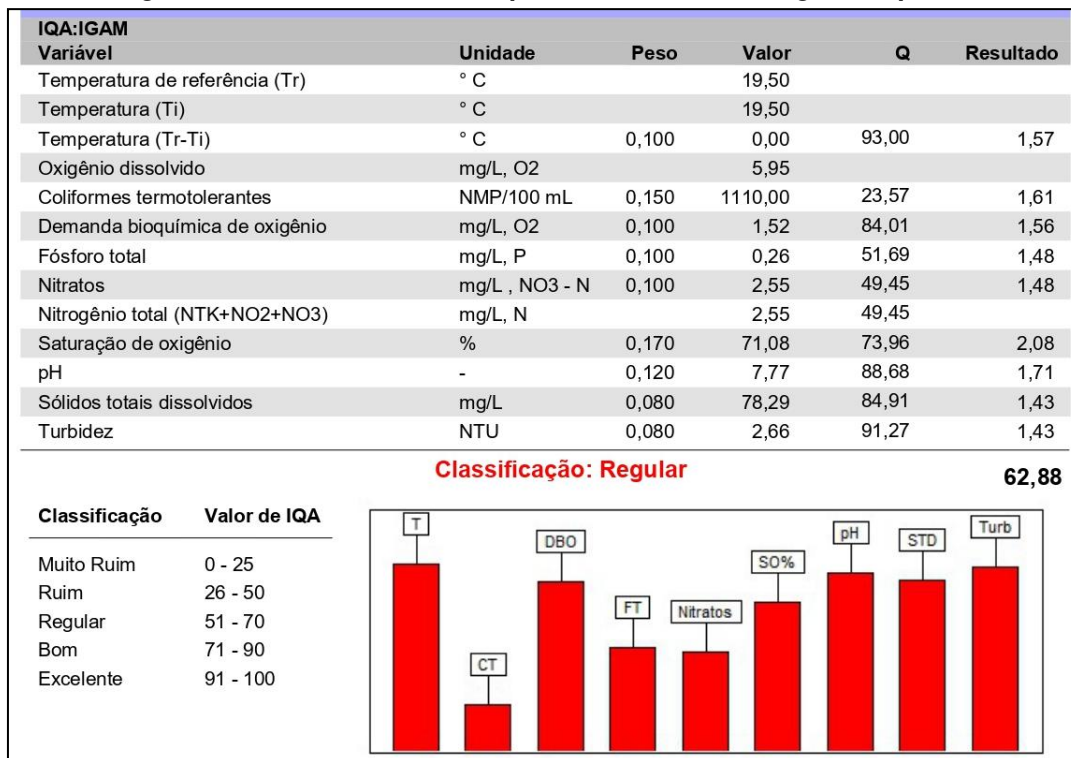
Fonte: Elaborado pelo autor com o Software IQADData2015 (2022).

Figura 20 – Resultados do IQA para o Ponto 3 – Córrego Batatal.



Fonte: Elaborado pelo autor com o Software IQADData2015 (2022).

Figura 21 – Resultados do IQA para o Ponto 4 – Córrego Mosquito.



Fonte: Elaborado pelo autor com o Software IQADData2015 (2022).

De acordo com os resultados do IQA para os quatro pontos de coleta, os trechos de córregos analisados apresentam água com qualidade apropriada para tratamento convencional visando o abastecimento público. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, define-se tratamento convencional como aquele que ocorre a clarificação da água com a utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de PH (BRASIL, 2005).

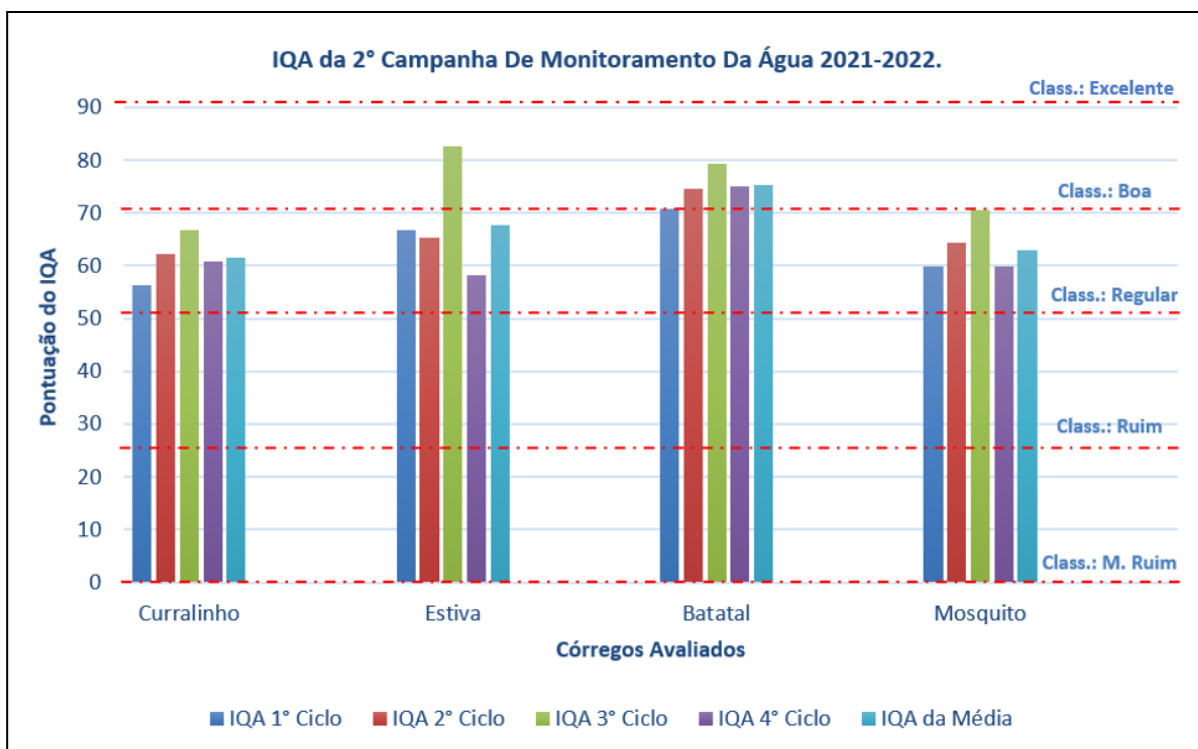
Nenhum córrego apresentou resultado que o enquadrasse em categoria “Ruim” ou “Muito Ruim”, tanto no cálculo para cada ciclo individual como para média dos quatro ciclos. O Córrego Batatal apresentou os melhores resultados sendo classificado na categoria “Boa” em todos os quatro ciclos de coleta, os demais cursos d’água foram classificados predominantemente na categoria “Regular”, contudo o Ribeirão Estiva e o Córrego Mosquito oscilaram para cima sendo classificados na categoria “Boa” nos resultados do 3º ciclo de coleta, conforme Tabela 08 e Gráfico 06.

Tabela 08 – Resultados do IQA para cada ciclo e para a média dos ciclos.

IQA da 2º Campanha De Monitoramento Da Água 2021-2022					
Córregos	IQA 1º Ciclo	IQA 2º Ciclo	IQA 3º Ciclo	IQA 4º Ciclo	IQA da Média
Curralinho	56,29 Regular	62,21 Regular	66,70 Regular	60,76 Regular	61,64 Regular
Estiva	66,76 Regular	65,25 Regular	82,59 Bom	58,28 Regular	67,69 Regular
Batatal	70,68 Bom	74,47 Bom	79,40 Bom	74,98 Bom	75,26 Bom
Mosquito	59,98 Regular	64,33 Regular	70,51 Bom	59,88 Regular	62,88 Regular

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 06 - Resultados do IQA para cada ciclo e para média de cada ponto.



O IQA expressa a contaminação por efluentes domésticos e outros tipos de substâncias orgânicas, inclusive nutrientes e materiais sólidos presentes na água (IGAM, 2021), porém não aborda possíveis contaminações por substâncias tóxicas oriundas de lançamentos de efluentes industriais, uso intensivo e descontrolado de agrotóxicos ou mesmo contaminação natural por metais pesados lixiviados das rochas para os cursos d'água.

Cabe salientar que nas campanhas de monitoramento da água do Projeto Guardiã dos Igarapés também foram realizadas análises quanto à possível presença de metais em sedimentos coletados no leito dos córregos, cujos laudos da 2ª campanha realizada entre 2021 e 2022 referente aos córregos avaliados no presente estudo não apontaram nenhuma contaminação para os parâmetros analisados, sendo eles: Metais totais – Cu; Metais totais – Pb e Mercúrio total (IGARAPÉ, 2022).

Um índice referente à contaminação por substâncias tóxicas que pode ser recomendado de forma complementar ao IQA é o Índice de Contaminação Por

Tóxicos (CT) adotado pelo IGAM em Minas Gerais, que avalia a possível contaminação da água por 13 substâncias tóxicas, que representam os parâmetros arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total, cujas concentrações eram comparadas com os limites máximos determinados nas classes de enquadramento dos corpos d'água dispostas na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (IGAM, 2021), que foi revogada e substituída pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 8, de 21 de novembro de 2022 (MINAS GERAIS, 2022), podendo apresentar três faixas de classificação para CT conforme Tabela 09:

Tabela 09 - Classes de enquadramento do CT.

Valor do CT referente à classe correspondente	Nível de Contaminação	Significado da Classe
Concentração $\leq 1,2 P$	Baixa	Presença de substâncias tóxicas em concentrações até 20% acima do limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem.
$1,2 P < \text{Concentração} \leq 2 P$	Média	Compreende à faixa de concentração que ultrapasse os limites indicados no intervalo de 20% a 100%.
Concentração $> 2P$	Alta	Compreende às concentrações que excedem em mais de 100% os limites.

Fonte: IGAM, Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2019 - Resumo Executivo Anual (IGAM, 2021).

Diferente do IGAM, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utiliza o Índice de Qualidade das Águas Brutas Para Fins de Abastecimento Público (IAP), que tem como base o próprio IQA e o Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO) (CETESB, 2021), abarcando outros parâmetros relevantes para água bruta destinada ao abastecimento público. De acordo com a CETESB (2021), o IAP possui a seguinte definição e organização:

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas. Assim, o índice será composto por três grupos principais de variáveis:
 IQA – grupo de variáveis básicas (Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes

Termotolerantes/E. coli, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólido Total e Turbidez);

ISTO

a) Variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Crômio Total, Mercúrio e Níquel);

b) Grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco). (CETESB, 2021).

Em resumo, o ISTO é o resultado da multiplicação dos valores referentes ao grupo de substâncias tóxicas e o grupo de substâncias que alteram as características organoléptica da água. Por sua vez, o IAP é calculado com base no produto da multiplicação do IQA com do ISTO, resultando em cinco categorias que expressam a qualidade da água (CETESB, 2021), conforme Tabela 10:

Tabela 10 – Categorias de classificação do IAP.

Categorias do IAP	Pontuação correspondente
Ótima	$79 < IAP \leq 100$
Boa	$51 < IAP \leq 79$
Regular	$36 < IAP \leq 51$
Ruim	$19 < IAP \leq 36$
Péssima	$IAP \leq 19$

Fonte: Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2020, Apêndice E (CETESB, 2021).

Segundo Pereira (2014), a maioria dos programas de monitoramento da qualidade da água desenvolvidos pelos estados brasileiros utilizam o IQA como índice de referência, porém, no que concerne ao IAP, seu uso apresenta-se mais restrito, porque as variáveis utilizadas são mais complexas e as análises possuem custo mais elevado.

Há ainda outros índices com foco e métodos diferentes, porém importantes e complementares, como o Índice do Estado Trófico (ITE) detalhado no estudo de Lamparelli (2004) e os índices que trabalham com organismos bioindicadores de qualidade da água, por exemplo o Biological Monitoring Working Party (BMWP) adaptado por Junqueira *et al.* (2000), os quais podem contribuir para um diagnóstico mais abrangente dos mananciais de forma a subsidiar o planejamento e a execução de ações eficientes e eficazes para preservação dos recursos hídricos.

4.3.3. PAR Como Ferramenta Complementar no Monitoramento dos Recursos Hídricos

As avaliações realizadas com o PAR e com o IQA se mostraram de fácil e rápida aplicação, apresentando resultados que classificaram os ambientes estudados de forma clara (Tabela 11), indicando que os trechos de córregos analisados não possuem alto grau de interferência humana, porém cada parâmetro de ambas as ferramentas deve ser analisado isoladamente para verificar quais estão fora ou dentro dos padrões adequados.

Os resultados do IQA classificaram a água do Córrego Batatal em melhor categoria em relação aos outros, diferente dos resultados do PAR que classificaram o habitat do Ribeirão Estiva em melhor categoria que os demais (Tabela 11), tornando evidente a diferença entre os métodos que avaliam características distintas dos sistemas fluviais. O IQA se baseia em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, porém estes refletem o estado instantâneo da água no momento da obtenção das amostras (CALLISTO *et al.*, 2021), diferente do PAR que avalia um grupo de parâmetros vinculados ao estado de conservação do habitat físico, sendo tal avaliação primordial porque os organismos aquáticos comumente apresentam requisitos distintos de habitat que não tem relação com a qualidade da água (CALLISTO *et al.*, 2002; HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

Tabela 11 – Resultados das avaliações de cada ponto com aplicação do PAR e do IQA (continua).

Pontos Avaliados	Coord. Geog.	Altitude (m)	Pontuação Média do PAR	Categoria - PAR	Pontuação do IQA	Categoria - IQA
Córrego Curralinho (P1)	Lat.: 20°1'21.69"S Long.: 44°19'12.00"W	780	35,89	Boa (27 - 40 p.)	61,64	Média/Regular (50 < IQA ≤ 70)

Tabela 11 – Resultados das avaliações de cada ponto com aplicação do PAR e do IQA (conclusão).

Pontos Avaliados	Coord. Geog.	Altitude (m)	Pontuação Média do PAR	Categoria - PAR	Pontuação do IQA	Categoria - IQA
Ribeirão Estiva (P2)	Lat.: 20°3'56.62"S Long.: 44°19'42.91"W	810	46,21	Ótima (41 - 52 p.)	67,69	Média/Regular (50 < IQA ≤ 70)
Córrego Batatal (P3)	Lat.: 20°5'4.01"S Long.: 44°21'15.46"W	840	36,86	Boa (27 - 40 p.)	75,26	Boa (70 < IQA ≤ 90)
Córrego Mosquito (P4)	Lat.: 20°5'1.22"S Long.: 44°19'53.76"W	840	33,51	Boa (27 - 40 p.)	62,88	Média/Regular (50 < IQA ≤ 70)

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2023).

Para o sucesso de programas centrados na recuperação de ecossistemas fluviais, são necessários métodos de diagnóstico ambiental objetivos e de baixo custo, que forneçam informações de qualidade e possam ser replicáveis, em outras palavras, que sejam abrangentes e padronizados de modo a serem replicados com eficiência em diferentes circunstâncias e lugares (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006).

O monitoramento dos recursos hídricos normalmente envolve avaliações de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, sendo relevantes para a formulação de índices relacionados à potabilidade ou qualidade da água destinada ao consumo humano, entretanto, se analisados de forma isolada, podem ser ineficientes para estimar a verdadeira dimensão dos danos sofridos pelos ambientes aquáticos (RODRIGUES e CASTRO, 2008; KARR e CHU, 1999), não considerando aspectos importantes como os morfológicos, sedimentológicos e ecológicos (ROSA; MAGALHÃES JUNIOR, 2019).

As características da vegetação ripária, qualidade da água, assim como os aspectos sedimentológicos do canal fluvial exercem influência direta na qualidade do

habitat e sobre o estabelecimento de comunidades aquáticas (VARGAS; FERREIRA JUNIOR, 2012), sendo necessário a utilização de metodologias que em conjunto, se complementam e fornecem informações mais abrangentes sobre o estado de conservação dos recursos hídricos.

A utilização dos PARs em conjunto com outros tipos de análises regularmente utilizadas para avaliação contínua da qualidade dos recursos hídricos, por exemplo as centradas em parâmetros físico-químicos, microbiológicos e solo, desde que tomadas as devidas precauções na interpretação dos resultados, viabiliza a obtenção de informações abrangentes que favorecem os planos de gestão dos recursos fluviais (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012; RODRIGUES; CASTRO, 2008; RODRIGUES; CASTRO; MALAFAIA, 2010).

Uma ferramenta de análise da qualidade da água que apresenta potencial para ser utilizada em conjunto com o PAR é o Índice de Qualidade da Água (IQA), disponível em diversos formatos como uma ferramenta incorporadora, por traduzir diversos dados em um número resultante (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003). Ambas as ferramentas expressam resultados de forma sintética e de fácil compreensão, porém avaliam aspectos diferentes do curso d'água.

O PAR é um método qualitativo (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008) enquanto o IQA é um método que expressa a qualidade da água bruta (IGAM, 2021), mas depende de dados obtidos por meio de análises quantitativas de parâmetros ligados a qualidade da água comumente analisados nas campanhas de monitoramento. Os dois métodos possuem pontos negativos e positivos, por exemplo, a subjetividade do PAR por ser um método de base visual não analítico e a necessidade de sua calibração para adequá-lo às características peculiares regionais (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Esses pontos negativos podem ser mitigados com algumas ações, tais como o treinamento/capacitação adequada dos avaliadores e seu acompanhamento por outros mais experientes durante as avaliações (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012; RODRIGUES; CASTRO, 2008), assim como a busca por PARs já calibrados ou que exijam menos alterações para sua adaptação às características ecológicas da região.

Por sua vez, índices como o IQA também podem apresentar certo grau de subjetividade, devido a sua composição ser por parâmetros que são selecionados

para representar as principais variáveis que podem afetar a qualidade da água (TOLEDO; NICOLELLA, 2002). Alves *et al.* (2012) aplicaram o IQA da CETESB no Rio Arari, Ilha de Marajó (PA), obtendo resultados que evidenciaram a necessidade de adaptações do índice em relação as peculiaridades regionais das águas amazônicas. O devido cuidado na seleção das variáveis que compõem os parâmetros do IQA aplicando-se técnicas estatísticas para melhor identificação das características específicas locais dos cursos d'água em análise podem contribuir para adequação do índice tornando-o mais eficiente (HAASE; KRIEGER; POSSOLI, 1989 *apud* TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Outra questão referente ao IQA, como já informado, é que ele depende de análises prévias e quantitativas mais complexas e onerosas, cujos resultados são utilizados no seu cálculo, além de não abarcar outros fatores que também são importantes para a qualidade da água, por exemplo, possíveis contaminações por substâncias tóxicas (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003), todavia, o IQA pode ser complementado por outros índices, como o Índice de Contaminação Por Tóxicos (CT) (IGAM, 2021) ou mesmo servir de base para o cálculo de índices mais abrangentes como o Índice de Qualidade das Águas Brutas Para Fins de Abastecimento Público (IAP) utilizado pela CETESB (CETESB, 2021). Quanto mais técnicas não redundantes forem utilizadas no monitoramento contínuo, mais informações sobre o status e as tendências de degradação ou regeneração serão obtidas, subsidiando a tomada de decisão pelos gestores e a implementação de medidas mitigadoras eficientes para recuperação e conservação dos ecossistemas fluviais.

Callisto *et al.* (2021), avaliou os atributos ecológicos de um trecho do alto Rio das Velhas, em São Bartolomeu (distrito de Ouro Preto-MG), por meio de metodologias de avaliação rápida, consistindo, entre outros métodos, na aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Hábitats e Integridade de Zonas Ripárias (PAR) e no cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) subsidiado pelos resultados das coletas realizadas durante o referido estudo e pelos dados históricos obtidos pelos pesquisadores no Programa de Biomonitoramento do Projeto Manuelzão da UFMG correspondentes aos anos de 2003 a 2011, obtendo resultados representativos quanto a qualidade ambiental da área.

Na discussão de seus resultados, Callisto *et al.* (2021) ressaltam que o desenvolvimento de programas de monitoramento para acompanhamento das condições ambientais do rio, podem contribuir para a definição de ações efetivas para mitigar os impactos causados pelas ações humanas, devendo abordar não só parâmetros físicos e químicos da água, mas também parâmetros relacionados às condições biológicas e ao habitat físico, observação que também foi ressaltada por França *et al.* (2019).

Assim como o PAR, os índices de qualidade da água fornecem resultados resumidos de fácil compreensão, capazes de instruir os gestores e a população usuária dos mananciais sobre as condições ambientais dos cursos d'água, isso devido à tradução dos dados gerados nas campanhas de monitoramento em um formato sintético e mais compreensível (TOLEDO; NICOLELLA, 2002), portanto configuram-se como ferramentas úteis e importantes para a gestão das bacias hidrográficas, inclusive em conjunto com o PAR por serem ferramentas complementares.

Ressalta-se que a classificação de um curso d'água na categoria “Ótima” ou “Boa” por meio do IQA não significa a dispensa de se analisar o seu enquadramento em relação à legislação vigente, como a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 8, de 21 de novembro de 2022 (MINAS GERAIS, 2022). Em relação ao PAR, Callisto *et al.* (2002) ressalta a necessidade de se considerar os parâmetros de caracterização dos habitats individualmente, para melhor interpretação das condições ecológicas.

4.4. CONCLUSÃO

O PAR não classificou o habitat físico de nenhum dos quatro trechos de córregos avaliados nas categorias Regular e Péssima, de modo que todos obtiveram nota acima de 26 pontos. A aplicação do PAR pelos voluntários apresentou resultados que classificaram os Córregos Curralinho, Batatal e Mosquito na categoria **Boa (entre 27 e 40 pontos)** e o Ribeirão Estiva foi o único classificado na categoria **Ótima (entre 41 e 52 pontos)**.

Os cálculos do Índice de Qualidade da Água (IQA) para a média dos quatro pontos de medições apresentaram resultados que classificaram a qualidade da água dos Córregos Curralinho, Mosquito e Ribeirão Estiva na **categoria Regular ($50 < IQA \leq 70$ pontos)** e o Córrego Batatal na **categoria Boa ($70 < IQA \leq 90$ pontos)**, indicando que as águas dos quatro córregos apresentam condições apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.

A utilização dos PARs em conjunto com as análises comumente utilizadas para avaliação contínua da qualidade dos recursos hídricos (como as físico-químicas, microbiológicas e do solo), desde que tomadas as devidas precauções na interpretação correta dos resultados, viabiliza a obtenção de informações abrangentes que favorecem os planos de gestão dos recursos fluviais.

As avaliações realizadas com essas ferramentas se mostraram de fácil e rápida aplicação, apresentando resultados que classificaram os ambientes estudados de forma clara, contudo, o monitoramento ambiental dos recursos hídricos deve incluir outros métodos complementares.

A classificação obtida com o IQA de trechos de córregos em categorias diferentes do PAR torna evidente a diferença entre os métodos que avaliam características distintas dos sistemas fluviais, sendo importante o uso de ambas de forma conjunta, aplicando-se os devidos ajustes que forem necessários a cada ferramenta frente as características locais do curso d'água a ser estudado. O IQA se baseia em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, diferente do PAR que avalia um grupo de parâmetros que expressam a qualidade do habitat físico.

Recomendamos que no monitoramento dos recursos hídricos também sejam utilizados índices que indiquem o estado trófico dos cursos d'água, possíveis contaminações com metais pesados e substâncias organolépticas, assim como sejam utilizados índices que trabalhem com organismos bioindicadores de qualidade da água para um diagnóstico mais abrangente dos mananciais de forma a subsidiar o planejamento e a execução de medidas eficientes e eficazes para conservação dos recursos hídricos, frente às crescentes pressões antrópicas que podem deteriorar sua qualidade e a biodiversidade aquática.

Os índices de qualidade da água, como o IQA, fornecem resultados resumidos de fácil compreensão, capazes de instruir os gestores e a população

usuária dos mananciais sobre as condições ambientais dos cursos d'água avaliados, por meio da tradução dos dados gerados nas campanhas de monitoramento em um formato sintético e mais compreensível, portanto configuram-se como ferramentas úteis e importantes para a gestão das bacias hidrográficas, assim como os Protocolos de Avaliação Rápida.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. B.; QUEIROZ, F. F.; NUNES, E. A.; ISHII, L. S.; RODRIGUES, L. S. PROJETO GUARDIÃO DOS IGARAPÉS: Programa de Produção e Conservação das Águas, Igarapé, Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, XIX., 2022, Poços de Caldas. **Anais**, Volume 14, n1, 2022. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/196%20-%20245458_projeto-guardiao-dos-igarapes--programa-de-producao-e-conservacao-das-guas.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- ALLAN, D.; ERICKSON, D.; FAY, J. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. **Freshwater biology**, v. 37, n. 1, p. 149-161, 1997. doi:10.1046/j.1365-2427.1997.d01-546.x.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.81-97, 2003.
- ALVARENGA, L. R. P.; POMPEU, P. S.; LEAL, C. G.; HUGHES, R. M.; FAGUNDES, D. C.; LEITÃO, R. P. Land-use changes affect the functional structure of stream fish assemblages in the Brazilian Savanna. **Neotropical Ichthyology**, v. 19, 2021.
- ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. L. S.; MONTEIRO, S. M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica**, v. 42, p. 115-124, 2012.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 10. ed. São Paulo: ICONA, 2017. p. 65 e 223.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades IBGE**. [s. l.]: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/igarape/panorama>>. Acesso em: 29 de out. 2022.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº12.651, 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, DF: Palácio do Planalto, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Imprensa Nacional, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450> Acesso em: 25 nov. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007.** Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=526> Acesso em: 08 dez. 2022.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; MACEDO, D. R. Biomonitoramento e pressões da urbanização: uma abordagem integrada entre Ecologia e Geografia na bacia do rio das Velhas. **Revista Espinhaço**, v. 8, n. 1, p. 2-12, 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3345811>

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 Limnológica de Brasil**, Rio Claro, v.14, n.1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; ALVES, C. B. M.; GOLGHER, A. B.; AGRA, JANAINA; MAGALHAES, S.; COSTA, I. S. Avaliação ecológica rápida de qualidade de água no rio das Velhas. **Revista Espinhaço**, v. 10, p. 1-23, 2021.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, P. C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista Uniaraguaia**, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013.

CETESB. **Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2020, Apêndice E**. São Paulo, SP: CETESB, 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Apendice-E-Indice-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2022.

CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BIENIEK, G. B.; VARGAS, G. D. L. P.; HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 416-425, 2017.

CLIMA TEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Igarapé, BR**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/3776/igarape-mg>>. Acesso em: 18 de nov. 2022.

COSTA, F. M.; BACELLAR, L. D. A. P. Caracterização hidrogeológica de aquíferos a partir do fluxo de base. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 15, p. 173-183, 2010. DOI: 10.21168/rbrh.v15n3.p173-183.

DE TONI, K. R.; HEPP, L.U.; ROVANI, I.; NAVA, D.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M. Integridade da paisagem e sua influência sobre a composição da comunidade de Chironomidae (Diptera) em riachos de pequena ordem. **Ecologia Austral** 24:335-342, v. 24, p. 335-342, 2014.

FEIO, M. J. *et al.* Defining and testing targets for the recovery of tropical streams based on macroinvertebrate communities and abiotic conditions. **River research and applications**, v. 31, n. 1, p. 70-84, 2015. <https://doi.org/10.1002/rra.2716>.

FRANÇA, J. S.; SOLAR, R.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. **Ambio**, v. 48, p. 867-878, 2019.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. 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.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

IGARAPÉ. **Decreto nº 1.104, de 16 de maio de 2003.** “Dispõe sobre a regulamentação da APA - Área de Proteção Ambiental do Município de Igarapé, criada pela Lei nº 1.306, de 16 de maio de 2003 e dá outras providências.” Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2003b. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1jwZAhodgBlSzhJvWAWaVMG7K6By62wK0>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

IGARAPÉ. **Lei Complementar nº 03, de 03 de janeiro de 2007.** Institui o Plano Diretor do Município de Igarapé. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2007. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1Xv03tYFcBzhPEHBMHq_wkZSG93Mwk1Fz>. Acesso em: 18 nov. 2022.

IGARAPÉ. **Lei nº 1.306, de 16 de maio de 2003.** Dispõe sobre a Implantação de Área de Proteção Ambiental no Município de Igarapé. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2003a. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1mrLLTMJR8g9sJZnNUEn7l65TPGTG0qxa>>. Acesso em: 18 de nov. 2022.

IGARAPÉ. **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: PRODUTO K – RELATÓRIO FINAL DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: RESUMO EXECUTIVO.** Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2015. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1LrsnFDwjr3gN8fgnrflx8DRoTio3pZ4>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

IGARAPÉ. **Projeto Guardiã dos Igarapés.** Igarapé, 2014. Certificados de Análises 2021-2022. Acesso ao arquivo físico junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente em novembro de 2022. Igarapé, MG, 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2019:** resumo executivo anual. Belo Horizonte, MG: IGAM, 2021. 211 p.: Il.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Paraopeba - SF3.** Belo Horizonte, MG: IGAM, 2020. Disponível em: <https://comites.igam.mg.gov.br/images/mapas/Mapas_2020___/Mapas_PDF/SF3_A3_2020.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M.; DIAS, C.; FRANÇA, E. (2000). Biomonitoramento de qualidade das águas da Bacia do Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensia** 12(1):73-87.

KARR, J.; CHU E, W. **Restoring life in running waters: better biological monitoring.** Washington: Inland Press, 1999.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** 2004. 235 f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura pecuária no Oeste Baiano (Comunicado Técnico, No. 163, 6 p.). **Planaltina: Embrapa**, 2009.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 20.792, de 08 de setembro de 1980.** Define área de proteção especial, situada nos Municípios de Mateus Leme, Igarapé e Itaúna, para fins de preservação de mananciais. Belo Horizonte, MG: ALMG, 1980. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/20792/1980/>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH - MG nº 06, de 04 de outubro de 2002.** Estabelece as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: SIAM, 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5704>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8, de 21 de novembro de 2022.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: SIAM, 2022. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Health and Environmental Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da Qualidade de Água Utilizando Macroinvertebrados Bentônicos: Adaptação do índice biótico BMWP' À bacia do Rio Meia Ponte-GO. **Oecologia Brasiliensis**, 2008.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUSA, F. M. P.; MELO, W. G. P. O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 192-205, 2015.

OLIVEIRA, E. S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do rio Piumhi, Minas Gerais - Brasil. **Revista For Science**, Formiga, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

OLIVEIRA, F. M.; NUNES, T. S. Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do município de Linhares, ES. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 13, n. 2, p. 86-91, 2015.

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. M. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás. **Caminhos de Geografia: revista online**, Uberlândia, v. 18, ed. 64, p. 248–262, 2017.

PEREIRA, I.S. **ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: MODELAGEM E INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**. 2014. 120f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

POSSELT, E. L.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A. Software IQAData 2015. Registro no INPI BR 512015000890-0, Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais PPGSPI, Programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental (PPGMTA), UNISC, 2015. Disponível em: <<http://www.unisc.br/ppgspe>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

REID, A. J. *et al.* Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. **Biological Reviews**, v. 94, n. 3, p. 849-873, 2019.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1- 9, 2010.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, p. 143-155, 2008. Disponível em:<<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/160>>. Acesso em: 11 set. 2021.

ROSA, N. M. G.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG) Applicability of Rapid Assessment Protocols to the environmental diagnosis of river systems: the case of the Serra do Gandarela National Park (MG). **CADERNO DE GEOGRAFIA**, v. 29, n. 57, p. 441-464, 2019.

IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço; Cobertura da Mata Atlântica 2019 - Lote 2; Índice de Qualidade da Água (IQA) - média anual (1997 a 2021). Belo Horizonte, MG: SISEMA, 2021. Disponível em: <idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2022.

TASSINARI, D. J. **ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ (MG)**: Subsídios para a Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos. 2020. 321p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

THE WORLD BANK. **What a waste 2.0**: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. 2018. 295 p. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 181-186, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Vol. 1. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, 2005.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 67-75, 2010.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

5. CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE RIACHO PELA COMUNIDADE RURAL: Avaliação da variabilidade dos resultados como subsídio ao monitoramento participativo.

RESUMO

Os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) são utilizados em programas de monitoramento biológico de riachos pelas agências ambientais Norte Americanas desde o final da década de 80 e foram criados como ferramentas para possibilitar avaliações ambientais rápidas de baixo custo e fácil aplicação. Projetos envolvendo Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como o Produtor de Águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), necessitam de monitoramento periódico das ações executadas de modo a atender a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. O objetivo deste estudo foi verificar o desempenho de produtores/trabalhadores rurais e sítiantes (comunidade rural) como voluntários, em comparação com um grupo de profissionais com formação na área ambiental, na avaliação do habitat de riachos utilizando-se um PAR, para subsidiar a gestão participativa da comunidade rural no monitoramento de microbacias hidrográficas. A metodologia consistiu na aplicação de um PAR, por três grupos avaliadores voluntários, em quatro córregos dentro da Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé), no Município de Igarapé – MG. O primeiro grupo foi composto por 15 profissionais com formação na área ambiental, o segundo grupo foi composto por 11 produtores/trabalhadores rurais e sítiantes locais que passaram por treinamento prévio sobre os parâmetros do PAR e ecologia de riachos, o terceiro grupo também foi composto por 11 voluntários da comunidade rural, porém sem treinamento. Os resultados do PAR enquadraram os trechos avaliados nas categorias “Boa” e “Ótima” condição ambiental. Ao se comparar os resultados das avaliações realizadas pelos três grupos, os testes estatísticos evidenciaram diferença significativa ou marginalmente significativa predominantemente entre o grupo sem treinamento e o de profissionais. O teste de Fligner-Killeen constatou diferença significativa e/ou marginalmente significativa na variabilidade das respostas entre os grupos nos parâmetros 4, 5 e 10 no Córrego Curralinho; nos parâmetros 3 e 8 no Ribeirão Estiva; no parâmetro 3 no Córrego Batatal e em nenhum parâmetro no Córrego Mosquito, indicando a possível influência da experiência acumulada na avaliação de cada córrego, reduzindo progressivamente o número de parâmetros que tiveram diferença significativa e/ou

marginalmente significativa. Foi demonstrado que o treinamento contribuiu para redução da variabilidade das respostas dos voluntários, sendo importante para trabalhos com voluntários de diferentes perfis no monitoramento dos recursos hídricos. Sugere-se a utilização do PAR no monitoramento de projetos produtores de águas que envolvam PSA, assim como em projetos que visam a participação social na avaliação dos recursos hídricos.

Palavra-chave: Protocolo. Ecologia de riachos. Avaliação rápida. Gestão participativa. Treinamento. Monitoramento.

ABSTRACT

The Rapid Creek Habitat Assessment Protocols (RAPs) have been used in biological stream monitoring programs by North American environmental agencies since the late 1980s and were created as tools to enable fast, low-cost and easy-to-apply environmental assessments. Projects involving Payment for Environmental Services (PES), such as the Water Producer of the National Water and Sanitation Agency (ANA), require periodic monitoring of the actions carried out to meet the National Policy for Payment for Environmental Services. The objective of this study was to verify the performance of farmers/rural workers and besiegers (rural community) as volunteers, compared to a group of professionals with training in the environmental area, in the assessment of the habitat of streams using a RAP, to subsidize the participatory management of the rural community in the monitoring of watersheds. The methodology consisted of the application of a RAP, by three volunteer assessment groups, in four streams within the Environmental Protection Area of Igarapé (EPA of Igarapé), in the Municipality of Igarapé – MG. The first group was composed of 15 professionals with training in the environmental area, the second group was composed of 11 farmers/rural workers and local besiegers who had undergone previous training on the parameters of RAP and stream ecology, the third group was also composed of 11 volunteers from the rural community, but without training. The results of the RAP classified the evaluated excerpts in the categories of "Good" and "Great" environmental conditions. When comparing the results of the assessments performed by the three groups, the statistical tests showed a significant or marginally significant difference predominantly between the group without training and that of professionals. The Fligner-Killeen test found a significant and/or marginally significant difference in the variability of responses between groups in parameters 4, 5 and 10 in the Curralinho Stream; in parameters 3 and 8 in the Estiva Stream; in parameter 3 in the Batatal Stream and no parameter in the Mosquito Stream, indicating the possible influence of the accumulated experience in the assessment of each stream, progressively reducing the number of parameters that had a significant and/or marginally significant difference. It was demonstrated that training contributed to reducing the variability of the volunteers' responses, being

important for working with volunteers of different profiles in the monitoring of water resources. It is suggested to use the RAP in the monitoring of water-producing projects involving PES, as well as in projects aimed at social participation in the assessment of water resources.

Keywords: Protocol. Stream ecology. Rapid assessment. Participatory management. Training. Monitoring.

5.1. INTRODUÇÃO

Para conhecimento do estado de conservação de um curso d'água é preciso monitorá-lo com campanhas periódicas de avaliação utilizando métodos que ofereçam preferencialmente, além de qualidade e precisão adequada na aferição das métricas, agilidade e baixo custo para sua execução.

Em geral, o monitoramento de ambientes aquáticos é realizado por meio de medições de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de caráter quantitativo que exigem investimentos mais elevados e acabam representando a qualidade da água apenas no momento de amostragem, não abrangendo os impactos ambientais acumulados durante o histórico de degradação (CALLISTO *et al.*, 2021).

A condição do habitat físico é essencial em qualquer tipo de estudo relativo às comunidades biológicas, porque os organismos aquáticos frequentemente apresentam requisitos distintos de habitat que não são relacionados à qualidade da água (CALLISTO *et al.*, 2002; HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

Os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) para avaliação de habitat são utilizados em programas de monitoramento biológico de riachos pelas agências ambientais americanas desde o final da década de 80 e foram criados como ferramentas para possibilitar avaliações ambientais de baixo custo e fácil aplicação de modo que fosse possível fazer a avaliação de um número maior de riachos em menor tempo (SILVEIRA, 2004).

Os PARs caracterizam-se como documentos que contém roteiros metodológicos destinados à avaliação rápida de caráter qualitativo e semiquantitativo de um conjunto de condições geomorfológicas e sedimentologias importantes para os processos ecológicos dos sistemas lóticos (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008).

Os PARs têm sido utilizados como uma ferramenta de avaliação mais célere do estado de conservação dos ecossistemas aquáticos, assim como um mecanismo de envolvimento da comunidade (BARBOUR *et al.*, 1999). O PAR apresenta potencial para instigar a sociedade, por conciliar a investigação especializada com o conhecimento prático das comunidades locais sobre as áreas avaliadas (MORAIS *et al.*, 2015).

Uma importante iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), referente a conservação dos recursos hídricos, foi a criação do Programa Produtor de Água, cujo Manual Operativo é regulamentado pela Portaria ANA nº 196, de 30 de agosto de 2013, que usa o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para estimular os produtores a investirem no cuidado e conservação das águas, obtendo amparo técnico e auxílio em pecúnia para execução de práticas de conservação do solo e da água (BRASIL, 2013).

Projetos envolvendo Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como o Produtor de Águas da ANA, necessitam de avaliações e monitoramento periódico das ações ambientais executadas para melhorar a qualidade e a quantidade da água, sendo o aprimoramento dos métodos de monitoramento, de verificação, de avaliação e de certificação dos serviços ambientais prestados, uma das diretrizes da Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (BRASIL, 2021).

O monitoramento participativo da qualidade da água pode ser um passo inicial para incentivar os cidadãos a ter mais voz na gestão e nas políticas públicas, minimizando as deficiências geradas pela urbanização e pelo crescimento econômico (FRANÇA *et al.*, 2019), sendo proveitoso a participação dos próprios produtores rurais beneficiários do PSA no monitoramento dos recursos hídricos inseridos em suas propriedades ou mesmo na microbacia.

Com base nesse contexto, é enumerado o seguinte problema de pesquisa: Produtores/trabalhadores rurais e sítiantes podem ser aproveitados como executores de PARs em avaliações visuais de habitat de riachos e o recebimento de treinamento pré-avaliação pode reduzir a variabilidade dos resultados nessas avaliações? Para responder a esta pergunta, o presente estudo tem o objetivo de comparar os resultados obtidos por produtores/trabalhadores rurais e sítiantes voluntários com os obtidos por profissionais com formação na área ambiental na aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para verificar a possibilidade da utilização do protocolo pela comunidade rural no monitoramento participativo dos recursos hídricos.

Diante disso, a hipótese de estudo é que ocorra diferença significativa em resultados de avaliações visuais de habitat de riachos entre voluntários treinados em

comparação a voluntários não treinados, conquanto voluntários treinados podem apresentar resultados sem diferença significativa em relação à profissionais com formação na área ambiental com perfil típico dos que são geralmente contratados por órgãos ambientais, principalmente pelos municípios.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Área de Estudo

Os pontos de avaliação foram distribuídos por quatro córregos, conforme coordenadas geográficas listadas no Quadro 06, que estão inseridos totalmente no Município de Igarapé (nascente e foz), no interior da unidade de conservação municipal de uso sustentável denominada Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé), criada com a publicação da Lei Municipal nº 1.306, de 16 de maio de 2003 (IGARAPÉ, 2003a) e regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.104, de 16 de maio de 2003 (IGARAPÉ, 2003b), abrangendo toda a fração municipal da Bacia Hidrográfica contribuinte do Sistema de Abastecimento Serra Azul, administrado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

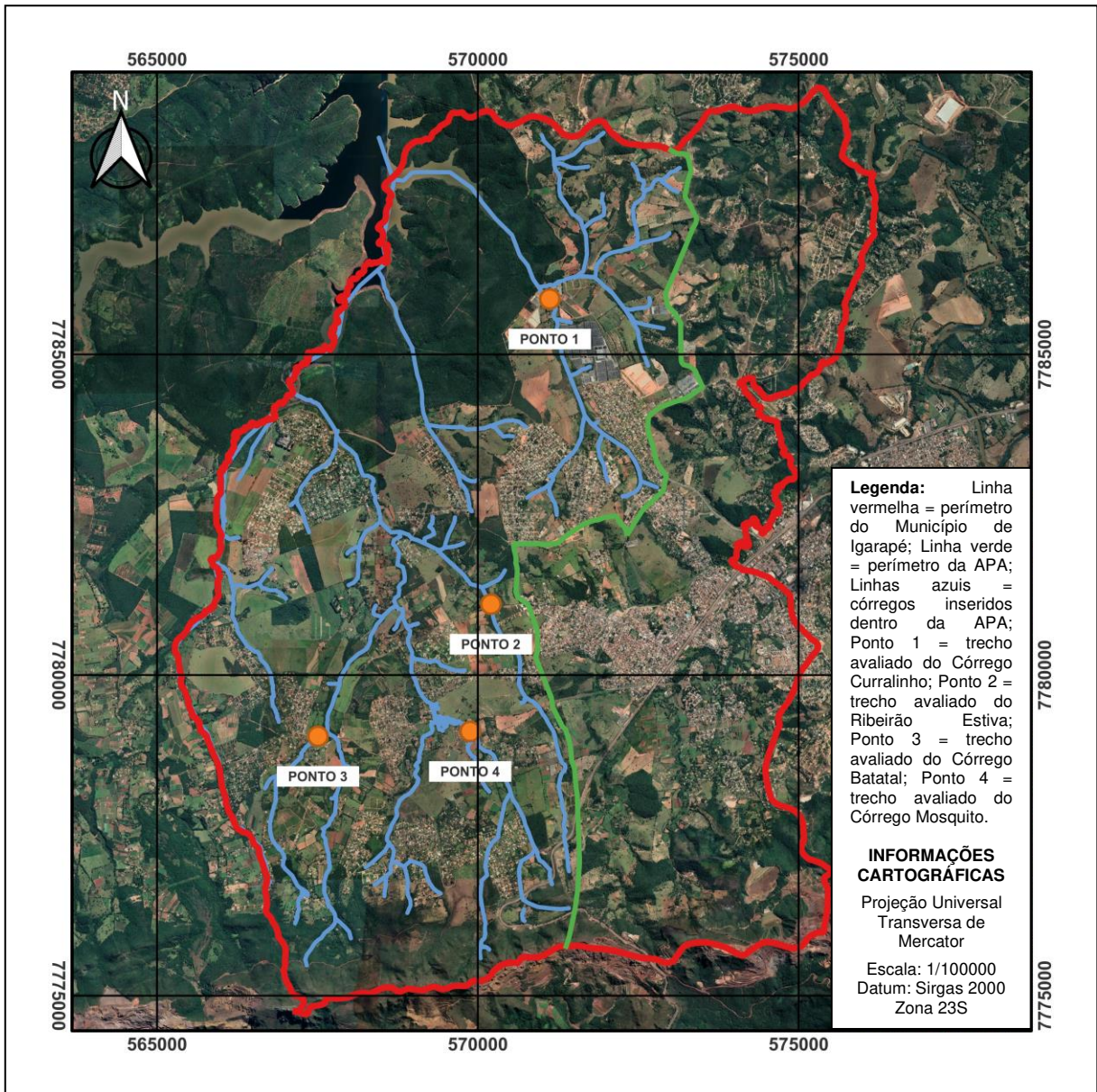
Quadro 06 - Pontos Avaliados Pelos Voluntários.

Pontos	Nome do Curso D'água	Coordenadas Geográficas
P1	Córrego Curralinho	Lat. 20°1'21.69"S - Long. 44°19'12.00"W
P2	Ribeirão Estiva	Lat. 20°3'56.62"S - Long. 44°19'42.91"W
P3	Córrego Batatal	Lat. 20°5'4.01"S - Long. 44°21'15.46"W
P4	Córrego Mosquito	Lat. 20°5'1.22"S - Long. 44°19'53.76"W

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Conforme Figura 22, os pontos de avaliação foram distribuídos por quatro córregos dentro da APA de Igarapé, em locais que apresentassem características distintas de conservação/degradação, adensamento populacional e uso diversificado, variando desde áreas utilizadas para agricultura e pastagem como áreas industriais com predominância de atividades ligadas ao ramo da logística (pátios de veículos, transportadoras, entre outros).

Figura 22 – Localização dos pontos de avaliação dos córregos e hidrografia da APA de Igarapé.



Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

A heterogeneidade paisagística das microbacias dos pontos avaliados teve o objetivo de estimular o senso de avaliação dos voluntários, tendo em vista que locais semelhantes não seriam favoráveis para avaliar a variabilidade das respostas dos voluntários. De acordo com Hannaford, Barbour e Resh (1997), não se pode esperar que avaliações em todos os tipos de habitat produzam variabilidade semelhante nos resultados, bem como avaliações realizadas em habitats moderadamente

impactados podem produzir resultados menos consistentes entre os observadores do que em habitats claramente intocados ou degradados.

5.2.2. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida Pelos Voluntários

Os quatro pontos estudados (um em cada córrego) foram delimitados por um transecto de 50m de extensão e 30m de largura de cada margem a partir do seu leito regular, correspondendo a sua Área de Preservação Permanente (APP), conforme Código Florestal Brasileiro regulamentado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Os trechos de córregos avaliados foram escolhidos visando variação do gradiente de conservação.

No presente estudo foi utilizada a metodologia adaptada do trabalho realizado por Hannaford, Barbour e Resh (1997), consistindo na separação de 37 voluntários em três grupos (Quadro 07) que avaliaram todos os quatro pontos. Cabe destacar que o quantitativo de 37 voluntários foi o mais viável, dentro da proposta de estudo, considerando o período de distanciamento social por ocasião da Pandemia provocada pelo Novo Coronavírus.

O protocolo utilizado nas avaliações em campo foi embasado na pesquisa de Pedroso e Colesanti (2017), que por sua vez se fundamentaram no protocolo de Callisto *et al.* (2002).

Quadro 07 – Divisão dos grupos de avaliadores para aplicação do PAR.

Grupos de Voluntários	Nº de integrantes
Grupo Treinado (Grupo T)	11
Grupo Não Treinado (Grupo NT)	11
Grupo de Profissionais (Grupo P)	15

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

O primeiro grupo denominado “**Grupo P**” foi composto por profissionais com formação na área ambiental, dentre eles alguns pertencentes ao quadro de técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé (SEMA) e outros que são atuantes como consultores no município, os quais não receberam nenhum treinamento em relação ao PAR, a não ser uma breve explicação sobre a

metodologia de aplicação. Deduz-se que os integrantes do Grupo P não necessitam de treinamento devido as suas formações acadêmicas e experiências profissionais.

O segundo e o terceiro grupo foi composto por produtores/trabalhadores rurais e sítiantes do município, preferencialmente da região de aplicação do PAR, incluindo alguns produtores participantes do projeto produtor de águas denominado Guardiã dos Igarapés, implantado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente com financiamento parcial do Programa Produtor de águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ABREU *et al.*, 2022).

O segundo grupo denominado “**Grupo T**” passou por treinamento prévio sobre ecologia de riachos e os parâmetros da ficha de avaliação visual de habitat que foi utilizada (APÊNDICE A), além de ter recebido um manual orientador acerca do PAR e seus parâmetros. O terceiro grupo denominado “**Grupo NT**” não recebeu nenhum treinamento, somente a mesma explicação dada ao grupo de profissionais com formação na área ambiental sobre a metodologia de aplicação.

Para otimizar as atividades de campo e organização dos dados, as fichas de avaliação de cada córrego foram identificadas previamente com o nome do curso d’água que seria avaliado, coordenadas geográficas e a data de avaliação. Tais formulários foram entregues aos voluntários somente ao chegarem em cada ponto de aplicação do PAR.

O PAR utilizado avalia 13 parâmetros por meio da designação de notas que variam entre 0, 2 e 4 pontos correspondentes à condição ambiental de cada parâmetro, sendo designados valores mais altos à menor interferência causada por atividades humanas.

A soma dos pontos atribuídos a cada parâmetro fornece a pontuação total representativa da condição geral do curso d’água, cujos valores variam entre 0 e 52 (Tabela 12), de modo que valores na escala de 0 a 12 indicam trechos com péssima condição ambiental, valores de 13 a 26 representam trechos com regular condição, valores entre 27 a 40 com boa condição e, por fim, valores acima de 41 representam trechos com ótima condição ambiental (PEDROSO; COLESANTI, 2017). A descrição dos 13 parâmetros do PAR com suas opções de pontuação de acordo com as características do curso d’água estão presentes no Quadro 08:

Tabela 12 – Categorias relacionadas à soma da pontuação no Protocolo de Avaliação Rápida – PAR.

Categorias	Faixa de Pontuação de Cada Categoria
Ótima	41 a 52
Boa	27 a 40
Regular	13 a 26
Péssima	0 a 12

Fonte: Adaptado de Pedroso e Colesanti (2017).

Quadro 08 – Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (continua).

Características Avaliadas		Resumo dos Critérios a Serem Avaliados		
		4 pontos	2 pontos	0 pontos
1	Tipo de ocupação das margens	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2	Erosão próxima	Ausente	Moderada	Acentuada
3	Alterações antrópicas	Ausente	Doméstica	Industrial/ Urbana
4	Cobertura vegetal no leito	Total	Parcial	Ausente
5	Presença de mata ciliar	Ótima	Boa	Ruim
6	Extensão de mata ciliar	Extenso	Médio	Curto
7	Odor da água	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial
8	Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
9	Transparência da água	Transparente	Cor de chá	Opaca
10	Odor do sedimento	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial
11	Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama / Areia	Cimento/ Canalizado
12	Alterações no canal do rio	Ausente	Moderada	Acentuada modificação

Quadro 08 – Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (conclusão).

Características Avaliadas		Resumo dos Critérios a Serem Avaliados		
		4 pontos	2 pontos	0 pontos
13	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio	Substrato exposto	Lâmina d'água escassa

Fonte: Adaptado de Pedroso e Colesanti (2017).

O treinamento do Grupo T durou cerca de 40 minutos e foi realizado em 25 de junho de 2022, na parte da manhã, na sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé (Galpão dos Produtores) (Figura 23), onde também se encontra o escritório local de Igarapé da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER). Na mesma data, o Grupo NT e o Grupo P receberam as orientações básicas sobre a metodologia de aplicação do PAR e imediatamente após o término do treinamento dado ao Grupo T, todos os voluntários foram levados aos pontos de avaliação por meio de um ônibus fretado.

Tanto as atividades realizadas no Galpão dos Produtores, quanto às de campo receberam suporte de uma equipe de apoio formada por três integrantes. Durante a aplicação do PAR, a equipe de apoio informava constantemente aos voluntários que naquele momento era proibido a comunicação uns com os outros.

Figura 23 – Preparação dos voluntários para realização das avaliações em campo. A) Treinamento dos produtores/trabalhadores rurais e sítiantes (Grupo T); B) Voluntários recebendo instruções básicas sobre o preenchimento da ficha de avaliação.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

5.2.3. Questionário de Autoavaliação dos Participantes Após Execução do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

Logo após a aplicação do PAR pelos voluntários, foi solicitado a eles que respondessem um questionário composto por 11 (onze) itens (APÊNDICE B), no intuito de se verificar o desempenho e a opinião de cada voluntário sobre sua participação no experimento, para análise e verificação de possíveis adequações futuras do PAR em ações de monitoramento participativo dos recursos hídricos e a necessidade ou não de se fazer algum ajuste metodológico para torná-lo mais funcional ou mesmo melhorar o treinamento prévio.

Com a conclusão do seu preenchimento por todos os voluntários, o questionário foi imediatamente recolhido pelos monitores da equipe de apoio para posterior tabulação dos dados e análise dos resultados.

A descrição básica dos itens que compuseram o questionário encontra-se no Quadro 09:

Quadro 09 – Itens que integraram o questionário de autoavaliação.

Itens do Questionário de Autoavaliação do Desempenho dos Voluntários Executores do PAR
1) Dados do voluntário.
2) Sexo.
3) Idade.
4) Grau de escolaridade.
5) Tempo gasto na aplicação do protocolo.
6) Você teve dificuldades na aplicação do protocolo?
7) Você acredita que a utilização dos protocolos é um meio que integra a sociedade na avaliação ambiental?
8) As instruções prévias facilitaram o entendimento dos parâmetros do protocolo?
9) Você acredita que qualquer pessoa poderia realizar a avaliação de um córrego através de um protocolo como o do presente estudo?
10) Após participar deste estudo você se sentiu motivado a participar de programas de monitoramento ambiental na sua região?
11) Qual dos parâmetros você teve maior dificuldade de entender?

Fonte: Adaptado de Radtke (2015).

5.2.4. Tratamento Estatístico dos Dados

Para descrever os parâmetros e a pontuação total (score total), foram utilizadas medidas de tendência central, posição e dispersão. De início, foi averiguada a normalidade da distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). O teste constatou que os parâmetros individuais do protocolo não apresentaram uma distribuição normal (Valor-p < 0,050), uma vez que estavam em uma escala discreta, finita e de poucos pontos.

Quando analisada a distribuição dos escores totais, os córregos Batatal, Curralinho e Mosquito apresentaram distribuição normal (Valor-p > 0,050), diferente do Ribeirão Estiva que não apresentou distribuição normal (Valor-p < 0,050). Dessa forma, optou-se por utilizar testes não-paramétricos neste trabalho de forma a padronizar as análises feitas e os resultados encontrados. A tabela com os resultados do teste de normalidade e os histogramas gerados podem ser verificados no APÊNDICE C e APÊNDICE D, respectivamente.

A fim de comparar as medianas das respostas entre os grupos, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (KRUSKAL; WALLIS, 1952; HOLLANDER; WOLFE, 2013), enquanto que para comparar a variabilidade das respostas entre os grupos foi utilizado o teste Fligner-Killeen (FLIGNER; KILLEEN, 1976; CONOVER *et al.*, 1981). Para realizar as comparações múltiplas foram executados os testes de Mann-Whitney (MANN; WHITNEY, 1947; HOLLANDER; WOLFE, 2013) e de Fligner-Killeen, respectivamente. Em ambos os testes foi utilizada a correção de Holm (1979).

Por sua vez, para verificar se a variabilidade dentro dos grupos foi significativa, foi utilizado novamente o teste Fligner-Killeen. Objetivando visualizar os resultados encontrados, foram construídos gráficos do tipo boxplot.

Quanto aos dados obtidos com o questionário respondido por cada voluntário, as respostas foram tabuladas no Excel e para descrever essas variáveis foram utilizadas as frequências absoluta e relativa, sendo que para comparar as questões entre os grupos, foi utilizado o teste Exato de Fisher (AGRESTI, 2002). Para realizar as comparações múltiplas foi utilizado novamente o teste Exato de Fisher com a correção de Holm (1979). O teste não paramétrico supracitado foi escolhido

considerando o caráter categórico dos dados coletados. No intuito de se permitir a melhor visualização dos resultados encontrados, foram construídos gráficos de barra da proporção de respostas para as variáveis categóricas.

O nível de significância usado no trabalho foi de 5% e todos os testes estatísticos foram realizados no software R (R CORE TEAM, 2021). Salienta-se que, quando o valor-p não atinge o limiar de significância estatística, mas é um pouco maior que o valor, pode-se descrevê-lo como “marginamente significativo”, o que implica na possibilidade de haver algum tipo de efeito acontecendo que não conseguiu ser captado nos dados em questão (PRITSCHET *et al.*, 2016). No ANEXO III encontra-se uma Declaração de conformidade dos testes estatísticos utilizados, emitida por consultoria especializada.

5.2.5. Questões Éticas

Devido à presente pesquisa ter envolvido a participação de voluntários na avaliação dos córregos por meio do PAR e no preenchimento de um questionário pós-avaliação, o projeto que deu origem a esse estudo foi submetido à avaliação e parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), obtendo o Parecer de Aprovação nº 5.175.395, emitido em 17 de dezembro de 2021 (ANEXO I).

A estrutura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi aprovado pelo CEP e assinado pelos participantes voluntários da pesquisa encontra-se no APÊNDICE E. Cabe salientar que, em todas as etapas que envolveram a reunião de pessoas foram observadas as recomendações de segurança contra a disseminação do Novo Coronavírus.

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Classificação dos Córregos Avaliados

O Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) foi aplicado pelos 37 voluntários nos quatro córregos no início do inverno em 25/06/2022, no

período da manhã, em dia ensolarado com céu limpo e temperatura registrada para o dia entre 27°C (máxima) e 09°C (mínima) (ACCUWEATHER, 2022).

A aplicação do PAR pelos voluntários nos quatro pontos de avaliação correspondentes a quatro trechos de córregos apresentou resultados que classificaram os Córregos Curralinho, Batatal e Mosquito na categoria **Boa (entre 27 e 40 pontos)** e o Ribeirão Estiva foi o único classificado na categoria **Ótima (entre 41 e 52 pontos)**, conforme dados organizados na Tabela 13.

Os registros fotográficos das avaliações realizadas pelos voluntários nos quatro trechos de córregos estão dispostos nas figuras 24 a 28.

Tabela 13 – Resultado das avaliações de cada ponto pelos voluntários – pontuação média.

Pontos de Córregos Avaliados	Pontuação Média	Categorias de Enquadramento
Córrego Curralinho (P1)	35,89	Boa (27 a 40 pontos)
Ribeirão Estiva (P2)	46,21	Ótima (41 a 52 pontos)
Córrego Batatal (P3)	36,86	Boa (27 a 40 pontos)
Córrego Mosquito (P4)	33,51	Boa (27 a 40 pontos)

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Figura 24 – Voluntários e equipe de apoio da pesquisa que participaram das avaliações em campo.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

Figura 25 – Avaliação do Ponto 1 no Córrego Curralinho. A) voluntários em cima da ponte sobre o Córrego Curralinho; B) margem lado sul do Córrego Curralinho.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

Figura 26 – Avaliação do Ponto 2 no Ribeirão Estiva. A) Trilha de acesso ao ponto de avaliação; B), C) e D) Voluntários em processo de avaliação do trecho.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

Figura 27 – Avaliação do Ponto 3 no Córrego Batatal. A) Voluntários ao lado do córrego e uma edificação abandonada no lado oposto B) Voluntários em processo de avaliação do trecho.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

Figura 28 – Avaliação do Ponto 4 no Córrego Mosquito. A) e B) Voluntários em cima da ponte sobre o curso d'água; C) Córrego lado Sudeste da ponte; D) Córrego lado Noroeste da ponte.



Fonte: Acervo fotográfico do autor (2022).

5.3.2. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Curralinho

A Tabela 14 e o Gráfico 07 apresentam a comparação das variáveis entre os grupos considerando o Córrego Curralinho:

Tabela 14 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Curralinho (continua).

Córrego Curralinho													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³		
Parâmetro 1	GrupoP	15	3,33	0,98	2,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,55	0,93	2,00	2,00	3,00	0,104	0,166	-	0,667	1,000	-
	GrupoNT	11	2,55	1,29	2,00	2,00	4,00		0,220	0,938		1,000	1,000
Parâmetro 2	GrupoP	15	3,60	0,83	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,55	0,93	2,00	2,00	3,00	0,030	0,027	-	0,375	0,773	-
	GrupoNT	11	3,09	1,04	2,00	4,00	4,00		0,367	0,367		0,519	0,773
Parâmetro 3	GrupoP	15	1,33	1,23	0,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,73	1,62	2,00	4,00	4,00	0,023	0,063	-	0,782	1,000	-
	GrupoNT	11	0,91	1,64	0,00	0,00	1,00		0,271	0,063		1,000	1,000
Parâmetro 4	GrupoP	15	3,60	1,12	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,016	0,743	-	0,002	0,649	-
	GrupoNT	11	2,18	1,89	0,00	2,00	4,00		0,062	0,062		0,021	0,002
Parâmetro 5	GrupoP	15	1,73	0,70	2,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,18	0,60	2,00	2,00	2,00	0,239	0,335	-	0,022	0,743	-
	GrupoNT	11	2,36	1,50	2,00	2,00	4,00		0,340	0,631		0,076	0,076
Parâmetro 6	GrupoP	15	1,73	1,03	2,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,00	0,89	2,00	2,00	2,00	0,456	1,000	-	0,365	0,659	-
	GrupoNT	11	1,46	1,29	0,00	2,00	2,00		1,000	0,736		0,659	0,539

Tabela 14 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Curralinho (continua).

Córrego Curralinho													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³	
Parâmetro 7	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,090	0,552	-	0,090	0,486	-
	GrupoNT	11	3,46	0,93	3,00	4,00	4,00		0,118	0,552		0,105	0,486
Parâmetro 8	GrupoP	15	3,73	0,70	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,063	0,336	-	0,058	0,273	-
	GrupoNT	11	3,09	1,38	2,00	4,00	4,00		0,336	0,106		0,273	0,105
Parâmetro 9	GrupoP	15	1,87	1,41	1,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,55	0,93	2,00	2,00	3,00	0,434	0,595	-	0,419	0,650	-
	GrupoNT	11	2,00	1,55	1,00	2,00	3,00		0,843	0,780		0,697	0,611
Parâmetro 10	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,024	-	-	0,025	-	-
	GrupoNT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00		0,079	0,079		0,075	0,075
Parâmetro 11	GrupoP	15	2,13	0,52	2,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	1,82	0,60	2,00	2,00	2,00	0,000	0,178	-	0,101	0,822	-
	GrupoNT	11	3,27	1,01	2,00	4,00	4,00		0,006	0,006		0,188	0,272
Parâmetro 12	GrupoP	15	2,40	0,83	2,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,36	1,21	2,00	2,00	3,00	1,000	1,000	-	0,573	1,000	-
	GrupoNT	11	2,36	1,21	2,00	2,00	3,00		1,000	1,000		1,000	1,000

Tabela 14 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Curralinho (conclusão).

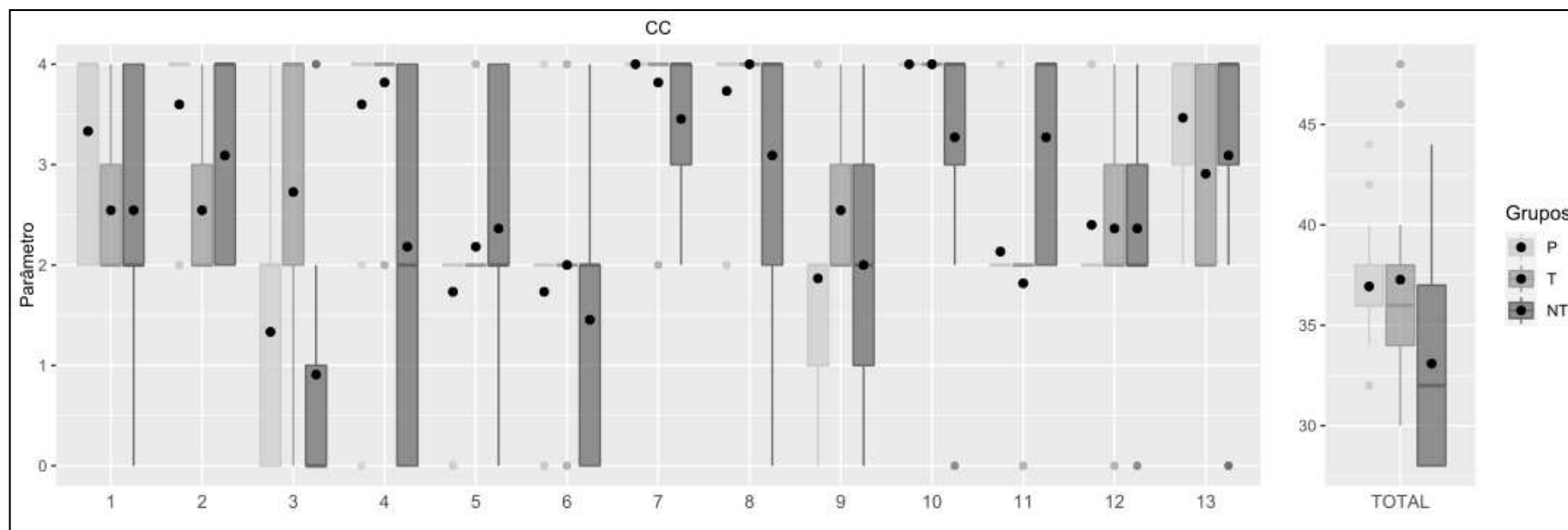
Córrego Curralinho													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³	
Parâmetro 13	GrupoP	15	3,47	0,92	3,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,91	1,04	2,00	2,00	4,00	0,388	0,498	-	0,651	0,988	-
	GrupoNT	11	3,09	1,64	3,00	4,00	4,00		0,904	0,904		1,000	1,000
Pontuação Total	GrupoP	15	36,93	3,28	36,00	36,00	38,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	37,27	5,39	34,00	36,00	38,00	0,070	0,668	-	0,297	0,932	-
	GrupoNT	11	33,09	5,75	28,00	32,00	37,00		0,138	0,138		0,296	0,932

Nota: ¹ Teste de Kruskal-Wallis; ² Teste de Mann-Whitney; ³ Teste Fligner-Killeen.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = número de integrantes do grupo; D.P. = Desvio Padrão; 1ºQ = 1º Quartil; 2ºQ = 2º Quartil (mediana), 3ºQ = 3º Quartil.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 07 - Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Curralinho.



Legenda: CC = Córrego Curralinho; P = grupo de profissionais; T = grupo treinado; NT = grupo não treinado; • = Média; linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana); linha superior da caixa = 3º Quartil; linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

➤ **Resultados do teste de Kruskal-Wallis, realizado para comparar as medianas entre os grupos**

Conforme Tabela 14, o teste de Kruskal-Wallis indicou que houve diferença significativa entre os grupos para os valores atribuídos aos **parâmetros 2, 3, 4, 10 e 11**. Ao realizar-se as comparações múltiplas com o Teste de Mann-Whitney, foi constatado que houve diferença significativa (Valor-p = 0,027) entre os grupos P e T no **parâmetro 2**, sendo que os respondentes do grupo P tenderam a atribuir valores mais altos e diferença significativa (Valor-p = 0,006) do grupo NT quando comparado aos demais referente ao **parâmetro 11**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos.

Quanto aos demais parâmetros, as comparações múltiplas evidenciaram que houve diferença marginalmente significativa (Valor-p = 0,063) nas respostas atribuídas ao **parâmetro 3** pelo grupo T quando comparado aos demais grupos, sendo que os respondentes do grupo T tenderam a atribuir valores mais altos; nas respostas do grupo NT quando comparado aos demais referente ao **parâmetro 4** (Valor-p = 0,062), de modo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais baixos e diferença marginalmente significativa nas respostas do grupo NT quando comparado aos demais referente ao **parâmetro 10** (Valor-p = 0,079), indicando que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais baixos.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas entre os grupos**

Por sua vez, o teste de Fligner-Killeen evidenciou que houve diferença significativa entre os grupos para os valores atribuídos aos **parâmetros 4, 5 e 10** (Tabela 14). Ao realizar-se as comparações múltiplas, foi constatado que houve diferença significativa entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,021) e entre os grupos T e NT (Valor-p = 0,002) referente ao **parâmetro 4**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a apresentar uma maior variabilidade nas respostas.

Quanto aos demais parâmetros, as comparações múltiplas evidenciaram que houve diferença marginalmente significativa (Valor-p = 0,076) do grupo NT quando

comparado aos demais para o **parâmetro 5**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a apresentar uma maior variabilidade nas respostas. Também houve diferença marginalmente significativa (Valor-p = 0,075) do grupo NT quando comparado aos demais referente ao **parâmetro 10**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a apresentar uma maior variabilidade nas respostas.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas dentro de cada grupos**

Ao realizar-se o teste Fligner-Killeen para verificar o comportamento da variância dos valores atribuídos em cada um dos três grupos, percebeu-se que **não houve diferença significativa da variabilidade das respostas** dos respondentes dos grupos P (Valor-p = 0,934), T (Valor-p = 0,469) e NT (Valor-p = 0,506). A tabela com os resultados das análises referentes à variabilidade dentro de cada grupo para todos os pontos avaliados está disposta no APÊNDICE F.

5.3.3. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Ribeirão Estiva

A Tabela 15 e o Gráfico 08 apresentam a comparação das variáveis entre os grupos considerando o Ribeirão Estiva:

Tabela 15 - Comparação das variáveis entre os grupos – Ribeirão Estiva (continua).

Ribeirão Estiva													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³		
Parâmetro 1	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,307	0,552	-	0,307	0,486	-
	GrupoNT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	0,552	-	-	-	0,486
Parâmetro 2	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,244	0,552	-	0,229	0,486	-
	GrupoNT	11	3,46	1,29	4,00	4,00	4,00	-	0,311	0,552	-	0,282	0,486
Parâmetro 3	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00	0,016	0,206	-	0,016	0,184	-
	GrupoNT	11	3,09	1,04	2,00	4,00	4,00	-	0,015	0,206	-	0,013	0,184
Parâmetro 4	GrupoP	15	2,13	0,92	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	2,73	1,01	2,00	2,00	4,00	0,352	0,420	-	0,573	1,000	-
	GrupoNT	11	2,36	1,21	2,00	2,00	3,00	-	1,000	1,000	-	1,000	1,000
Parâmetro 5	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,639	1,000	-	0,639	1,000	-
	GrupoNT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00	-	1,000	1,000	-	1,000	1,000
Parâmetro 6	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	3,46	0,93	3,00	4,00	4,00	0,301	0,513	-	0,301	0,475	-
	GrupoNT	11	3,46	0,93	3,00	4,00	4,00	-	0,513	1,000	-	0,475	1,000

Tabela 15 - Comparação das variáveis entre os grupos – Ribeirão Estiva (continua).

Ribeirão Estiva													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³		
Parâmetro 7	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,088	-	-	0,088	-	-
	GrupoNT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00		0,206	0,206		0,184	0,184
Parâmetro 8	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,001	-	-	0,002	-	-
	GrupoNT	11	2,91	1,38	2,00	4,00	4,00		0,010	0,015		0,011	0,016
Parâmetro 9	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,625	1,000	-	0,625	0,952	-
	GrupoNT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00		1,000	1,000		0,952	0,952
Parâmetro 10	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,088	-	-	0,088	-	-
	GrupoNT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00		0,206	0,206		0,184	0,184
Parâmetro 11	GrupoP	15	2,13	0,52	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,55	0,93	2,00	2,00	3,00	0,174	0,342	-	0,174	0,317	-
	GrupoNT	11	2,73	1,01	2,00	2,00	4,00		0,205	0,684		0,188	0,655
Parâmetro 12	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00	0,169	0,744	-	0,169	0,699	-
	GrupoNT	11	3,27	1,01	2,00	4,00	4,00		0,205	0,744		0,188	0,699

Tabela 15 - Comparação das variáveis entre os grupos – Ribeirão Estiva (conclusão).

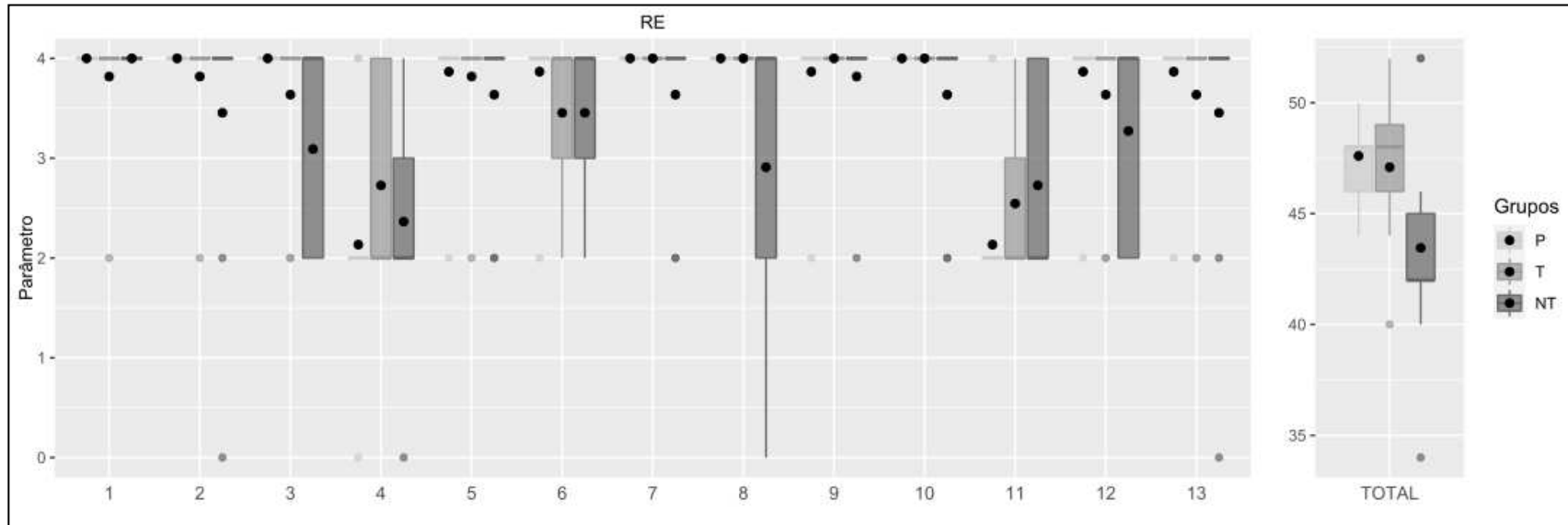
Ribeirão Estiva													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³	
Parâmetro 13	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00	0,594	1,000	-	0,551	0,937	-
	GrupoNT	11	3,46	1,29	4,00	4,00	4,00		1,000	1,000		0,937	0,937
Pontuação Total	GrupoP	15	47,60	1,72	46,00	48,00	48,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	47,09	3,27	46,00	48,00	49,00	0,029	0,786	-	0,266	0,366	-
	GrupoNT	11	43,46	5,15	42,00	42,00	45,00		0,031	0,117		0,390	0,705

Nota: ¹ Teste de Kruskal-Wallis; ² Teste de Mann-Whitney; ³ Teste Fligner-Killeen.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = número de integrantes do grupo; D.P. = Desvio Padrão; 1ºQ = 1º Quartil; 2ºQ = 2º Quartil (mediana), 3ºQ = 3º Quartil.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 08- Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Ribeirão Estiva.



Legenda: RE = Ribeirão Estiva; P = grupo de profissionais; T = grupo treinado; NT = grupo não treinado; • = Média; linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana); linha superior da caixa = 3º Quartil; linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

➤ **Resultados do teste de Kruskal-Wallis, realizado para comparar as medianas entre os grupos**

O teste de Kruskal-Wallis indicou que houve diferença significativa entre os grupos para os valores atribuídos aos **parâmetros 3, 8 e pontuação total** (Tabela 15). Ao realizar-se as comparações múltiplas com o Teste de Mann-Whitney, foi constatado que houve diferença significativa (Valor-p = 0,015) entre os grupos P e NT referente ao **Parâmetro 3**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais baixos. Também houve diferença significativa (Valor-p = 0,010) entre os grupos P e NT nas respostas do **parâmetro 8**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais baixos e diferença significativa entre os grupos T e NT (Valor-p = 0,015), de modo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais baixos.

Na **pontuação total**, houve diferença significativa (Valor-p = 0,031) entre os grupos P e NT, indicando a tendência dos respondentes do grupo NT em atribuir valores mais baixos.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas entre os grupos**

Por sua vez, o teste de Fligner-Killeen evidenciou que houve diferença significativa entre os grupos para os valores atribuídos aos **parâmetros 3 e 8** (Tabela 15). Ao realizar-se as comparações múltiplas, foi constatado que houve diferença significativa entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,013) referente ao **parâmetro 3**, sendo que os respondentes do grupo P tenderam a apresentar uma menor variabilidade nas respostas.

Também houve diferença significativa do grupo NT quando comparado aos grupos P (Valor-p = 0,011) e T (Valor-p = 0,016) concernente ao **parâmetro 8**, de modo que os respondentes do grupo NT tenderam a apresentar uma maior variabilidade nas respostas.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas dentro de cada grupos**

Ao realizar-se o teste Fligner-Killeen para verificar o comportamento da variância dos valores atribuídos em cada um dos três grupos, constatou-se que **não houve diferença significativa da variabilidade das respostas** dos respondentes dos grupos P (Valor-p = 0,982), T (Valor-p = 0,206) e NT (Valor-p = 0,195) (APÊNDICE F).

5.3.4. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Batatal

A Tabela 16 e o Gráfico 09 apresentam a comparação das variáveis entre os grupos considerando o Córrego Batatal:

Tabela 16 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Batatal (continua).

Córrego Batatal													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³	
Parâmetro 1	GrupoP	15	2,67	1,95	0,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,91	1,38	2,00	4,00	4,00	0,733	1,000	-	0,676	1,000	-
	GrupoNT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00		1,000	1,000		1,000	1,000
Parâmetro 2	GrupoP	15	3,47	1,19	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,55	1,29	2,00	2,00	4,00	0,117	0,129	-	0,473	0,742	-
	GrupoNT	11	2,91	1,38	2,00	4,00	4,00		0,423	0,489		0,742	0,742
Parâmetro 3	GrupoP	15	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,36	1,21	2,00	2,00	3,00	0,271	0,460	-	0,017	0,026	-
	GrupoNT	11	2,55	1,29	2,00	2,00	4,00		0,288	0,735		0,013	0,672
Parâmetro 4	GrupoP	15	3,47	1,41	4,00	4,00	4,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00	0,085	0,496	-	0,781	1,000	-
	GrupoNT	11	2,73	1,01	2,00	2,00	4,00		0,105	0,356		1,000	1,000
Parâmetro 5	GrupoP	15	1,33	0,98	0,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,18	1,08	2,00	2,00	2,00	0,001	0,060	-	0,900	1,000	-
	GrupoNT	11	3,27	1,01	2,00	4,00	4,00		0,001	0,060		1,000	1,000
Parâmetro 6	GrupoP	15	1,60	1,12	1,00	2,00	2,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	2,18	1,08	2,00	2,00	2,00	0,068	0,403	-	0,386	0,746	-
	GrupoNT	11	2,73	1,35	2,00	2,00	4,00		0,099	0,403		0,611	0,611

Tabela 16 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Batatal (continua).

Córrego Batatal													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³			
Parâmetro 7	GrupoP	15	3,87	0,52	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,639	1,000	-	0,639	1,000	-
	GrupoNT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00		1,000	1,000		1,000	1,000
Parâmetro 8	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00	0,086	0,552	-	0,081	0,479	-
	GrupoNT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00		0,119	0,552		0,112	0,479
Parâmetro 9	GrupoP	15	3,20	1,27	2,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,55	1,29	2,00	2,00	4,00	0,369	0,508	-	0,902	1,000	-
	GrupoNT	11	2,91	1,87	2,00	4,00	4,00		0,975	0,725		1,000	1,000
Parâmetro 10	GrupoP	15	3,73	0,70	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,46	1,29	4,00	4,00	4,00	0,906	1,000	-	0,834	1,000	-
	GrupoNT	11	3,64	0,81	4,00	4,00	4,00		1,000	1,000		1,000	1,000
Parâmetro 11	GrupoP	15	2,13	0,52	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,36	0,81	2,00	2,00	2,00	0,505	1,000	-	0,611	1,000	-
	GrupoNT	11	2,00	0,89	2,00	2,00	2,00		1,000	1,000		1,000	1,000
Parâmetro 12	GrupoP	15	1,87	0,92	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,55	1,29	2,00	2,00	4,00	0,260	0,376	-	0,380	0,519	-
	GrupoNT	11	2,36	1,21	2,00	2,00	3,00		0,486	0,735		0,724	0,724

Tabela 16 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Batatal (conclusão).

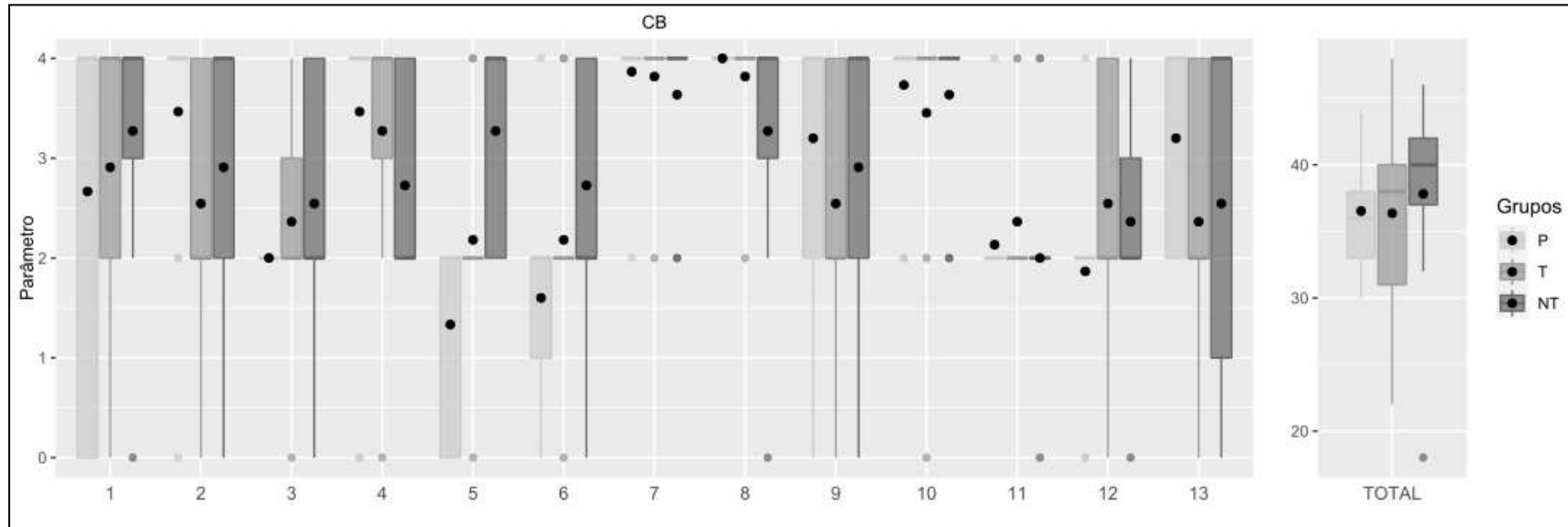
Córrego Batatal													
Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT
								Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³	
Parâmetro 13	GrupoP	15	3,20	1,01	2,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	2,36	1,50	2,00	2,00	4,00	0,363	0,441	-	0,390	0,942	-
	GrupoNT	11	2,55	1,81	1,00	4,00	4,00		0,889	0,889		0,733	0,942
Pontuação Total	GrupoP	15	36,53	4,10	33,00	36,00	38,00	-	-	-	-	-	-
	GrupoT	11	36,36	8,38	31,00	38,00	40,00	0,468	1,000	-	0,267	0,255	-
	GrupoNT	11	37,82	7,61	37,00	40,00	42,00		0,542	1,000		0,829	0,829

Nota: ¹ Teste de Kruskal-Wallis; ² Teste de Mann-Whitney; ³ Teste Fligner-Killeen.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = número de integrantes do grupo; D.P. = Desvio Padrão; 1ºQ = 1º Quartil; 2ºQ = 2º Quartil (mediana), 3ºQ = 3º Quartil.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 09 - Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Batatal.



Legenda: CB = Córrego Batatal; P = grupo de profissionais; T = grupo treinado; NT = grupo não treinado; • = Média; linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana); linha superior da caixa = 3º Quartil; linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

➤ **Resultados do teste de Kruskal-Wallis, realizado para comparar as variáveis entre os grupos**

Conforme Tabela 16, o teste de Kruskal-Wallis indicou que houve diferença significativa dos valores atribuídos ao **parâmetro 5** entre os grupos. Ao realizar-se as comparações múltiplas com o Teste de Mann-Whitney, verificou-se que houve diferença significativa (Valor-p = 0,001) entre os grupos P e NT, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos. Também houve diferença marginalmente significativa entre os grupos T e P (Valor-p = 0,060) e T e NT (Valor-p = 0,060), sendo que os respondentes do grupo T tenderam a atribuir valores mais altos que os do grupo P, porém mais baixos que do grupo NT.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas entre os grupos**

Por sua vez, o teste de Fligner-Killeen evidenciou que houve diferença significativa dos valores atribuídos ao **Parâmetro 3** entre os grupos (Tabela 16). Ao realizar-se as comparações múltiplas, observou-se que houve diferença significativa entre os grupos P e T (Valor-p = 0,026) e entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,013), sendo que os respondentes do grupo P tenderam a apresentar uma menor variabilidade nas respostas.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas dentro de cada grupos**

Ao realizar-se o teste Fligner-Killeen para verificar o comportamento da variância dos valores atribuídos em cada um dos três grupos, constatou-se que **não houve diferença significativa da variabilidade das respostas** dos respondentes dos grupos P (Valor-p = 0,858), T (Valor-p = 0,062) e NT (Valor-p = 0,823) (APÊNDICE F).

5.3.5. Resultados dos Testes Estatísticos das Avaliações no Córrego Mosquito

A Tabela 17 e o Gráfico 10 apresentam a comparação das variáveis entre os grupos considerando o Córrego Mosquito:

Tabela 17 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Mosquito (continua).

Córrego Mosquito													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³		
Parâmetro 1	GrupoP	15	2,27	1,03	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	1,82	0,60	2,00	2,00	2,00	0,113	0,425	-	0,067	0,314	-
	GrupoNT	11	2,73	1,35	2,00	2,00	4,00		0,425	0,149		0,314	0,076
Parâmetro 2	GrupoP	15	1,60	1,12	1,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	1,64	1,21	1,00	2,00	2,00	0,006	0,975	-	0,819	1,000	-
	GrupoNT	11	3,09	1,04	2,00	4,00	4,00		0,012	0,023		1,000	1,000
Parâmetro 3	GrupoP	15	1,60	0,83	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,00	1,27	2,00	2,00	2,00	0,014	0,385	-	0,380	0,724	-
	GrupoNT	11	2,91	1,04	2,00	2,00	4,00		0,010	0,196		0,519	0,724
Parâmetro 4	GrupoP	15	2,13	2,07	0,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	3,27	1,62	4,00	4,00	4,00	0,211	0,443	-	0,183	0,397	-
	GrupoNT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00		0,443	0,788		0,397	0,864
Parâmetro 5	GrupoP	15	0,27	0,70	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	0,73	1,01	0,00	0,00	2,00	0,008	0,189	-	0,311	0,531	-
	GrupoNT	11	1,64	1,21	1,00	2,00	2,00		0,008	0,162		0,531	1,000
Parâmetro 6	GrupoP	15	0,53	0,92	0,00	0,00	1,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	0,73	1,01	0,00	0,00	2,00	0,032	0,627	-	0,617	1,000	-
	GrupoNT	11	1,82	1,40	1,00	2,00	2,00		0,046	0,127		0,988	1,000

Tabela 17 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Mosquito (continua).

Córrego Mosquito													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³			
Parâmetro 7	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,307	-	-	0,307	-	-
	GrupoNT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00		0,552	0,552		0,486	0,486
Parâmetro 8	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,307	-	-	0,307	-	-
	GrupoNT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00		0,552	0,552		0,486	0,486
Parâmetro 9	GrupoP	15	3,07	1,49	2,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,73	1,01	2,00	2,00	4,00	0,263	0,612	-	0,731	1,000	-
	GrupoNT	11	3,46	0,93	3,00	4,00	4,00		0,631	0,306		1,000	1,000
Parâmetro 10	GrupoP	15	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,307	-	-	0,307	-	-
	GrupoNT	11	3,82	0,60	4,00	4,00	4,00		0,552	0,552		0,486	0,486
Parâmetro 11	GrupoP	15	3,47	0,92	3,00	4,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,55	0,93	2,00	2,00	3,00	0,080	0,073	-	0,635	1,000	-
	GrupoNT	11	3,09	1,38	2,00	4,00	4,00		0,541	0,388		1,000	1,000
Parâmetro 12	GrupoP	15	1,20	1,01	0,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	1,46	1,29	0,00	2,00	2,00	0,107	0,675	-	0,670	1,000	-
	GrupoNT	11	2,18	1,08	2,00	2,00	2,00		0,105	0,333		1,000	1,000

Tabela 17 - Comparação das variáveis entre os grupos – Córrego Mosquito (conclusão).

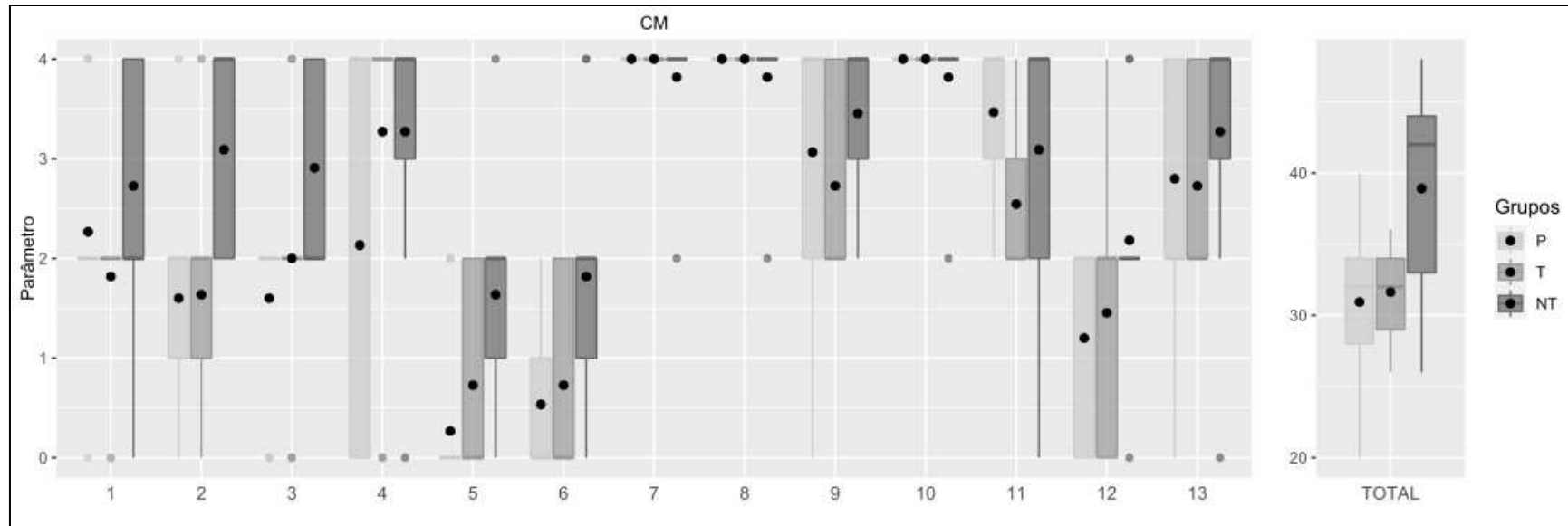
Córrego Mosquito													
Variáveis	N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Geral	GrupoP	GrupoT	Geral	GrupoP	GrupoT	
							Valor-p ¹	Valor-p ²		Valor-p ³	Valor-p ³		
Parâmetro 13	GrupoP	15	2,80	1,27	2,00	2,00	4,00	-	-	-	-	-	
	GrupoT	11	2,73	1,01	2,00	2,00	4,00	0,353	0,790	-	0,704	1,000	-
	GrupoNT	11	3,27	1,35	3,00	4,00	4,00		0,546	0,535		1,000	1,000
Pontuação Total	GrupoP	15	30,93	5,55	28,00	32,00	34,00		-	-		-	-
	GrupoT	11	31,64	3,67	29,00	32,00	34,00	0,017	0,813	-	0,283	0,600	-
	GrupoNT	11	38,91	7,01	33,00	42,00	44,00		0,030	0,045		0,600	0,378

Nota: ¹ Teste de Kruskal-Wallis; ² Teste de Mann-Whitney; ³ Teste Fligner-Killeen.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = número de integrantes do grupo; D.P. = Desvio Padrão; 1ºQ = 1º Quartil; 2ºQ = 2º Quartil (mediana), 3ºQ = 3º Quartil.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 10 - Comparação das variáveis entre os grupos com base nos resultados da avaliação do Córrego Mosquito.



Legenda: CM = Córrego Mosquito; P = grupo de profissionais; T = grupo treinado; NT = grupo não treinado; • = Média; linha do meio da caixa = 2º Quartil (mediana); linha superior da caixa = 3º Quartil; linha inferior da caixa = 1º Quartil; linha acima da caixa = máximo sem outliers; linha embaixo da caixa = mínimo sem outliers; • = outliers.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

➤ **Resultados do teste de Kruskal-Wallis, realizado para comparar as variáveis entre os grupos**

O teste de Kruskal-Wallis indicou que houve diferença significativa dos valores atribuídos aos **parâmetros 2, 3, 5, 6 e pontuação total** entre os grupos (Tabela 17). Ao realizar-se as comparações múltiplas com o Teste de Mann-Whitney, verificou-se que houve diferença significativa (Valor-p = 0,012) entre os grupos P e NT nas respostas do **parâmetro 2**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos. Além disso, averiguou-se que houve diferença significativa entre os grupos T e NT (Valor-p = 0,023), de modo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos.

Houve diferença significativa entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,010) referente ao **Parâmetro 3**, indicando que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos; entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,008) concernente ao **parâmetro 5**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos e diferença significativa entre os grupos P e NT (Valor-p = 0,046) referente ao **parâmetro 6**, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos. Na análise da **pontuação total**, identificou-se que houve diferença significativa do grupo NT quando comparado aos grupos P (Valor-p = 0,030) e T (Valor-p = 0,045), sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a atribuir valores mais altos.

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas entre os grupos**

O teste de Fligner-Killeen indicou não haver diferença significativa (Valor-p > 0,050) entre os grupos referente à variância dos valores atribuídos aos parâmetros e a pontuação total (Tabela 17).

➤ **Resultados do teste de Fligner-Killeen, realizado para comparar a variabilidade das respostas dentro de cada grupos**

Ao realizar-se o teste Fligner-Killeen para verificar o comportamento da variância dos valores atribuídos em cada um dos três grupos, notou-se que **não houve diferença significativa da variabilidade das respostas dos respondentes** dos grupos P (Valor-p = 0,747), T (Valor-p = 0,188) e NT (Valor-p = 0,196) (APÊNDICE F).

5.3.6. Resultados do Questionário Aplicado Após a Avaliação dos Córregos

- **Resultados do teste Exato de Fisher, referentes às variáveis categóricas do questionário**

A Tabela 18 e os gráficos 11 e 12 apresentam a comparação das variáveis categóricas entre os grupos referentes ao questionário aplicado posteriormente as avaliações dos trechos de córregos. A tabela com as comparações múltiplas das variáveis categóricas do questionário está disposta no APÊNDICE G.

Tabela 18 - Comparação das variáveis categóricas entre os grupos – Questionário posterior (continua).

Variáveis		GrupoP		GrupoT		GrupoNT		Valor-p ¹
		N	%	N	%	N	%	
Sexo	Feminino	8	53,3	2	18,2	2	18,2	0,099
	Masculino	7	46,7	9	81,8	9	81,8	
Escolaridade	Fundamental	0	0,0	3	27,3	3	27,3	0,000
	Médio	0	0,0	4	36,4	8	72,7	
	Superior	15	100,0	4	36,4	0	0,0	
Tempo gasto na aplicação	Menos de 20 minutos	15	100,0	10	90,9	7	63,6	0,026
	Entre 20 e 40 minutos	0	0,0	1	9,1	4	36,4	
Teve dificuldade na aplicação	Não	11	73,3	7	63,6	9	90,0	0,352
	Parcial	4	26,7	2	18,2	1	10,0	
	Sim	0	0,0	2	18,2	0	0,0	
Utilizar protocolos integra a sociedade	Talvez	0	0,0	0	0,0	3	27,3	0,042
	Sim	15	100,0	11	100,0	8	72,7	

Tabela 18 - Comparação das variáveis categóricas entre os grupos – Questionário posterior (conclusão).

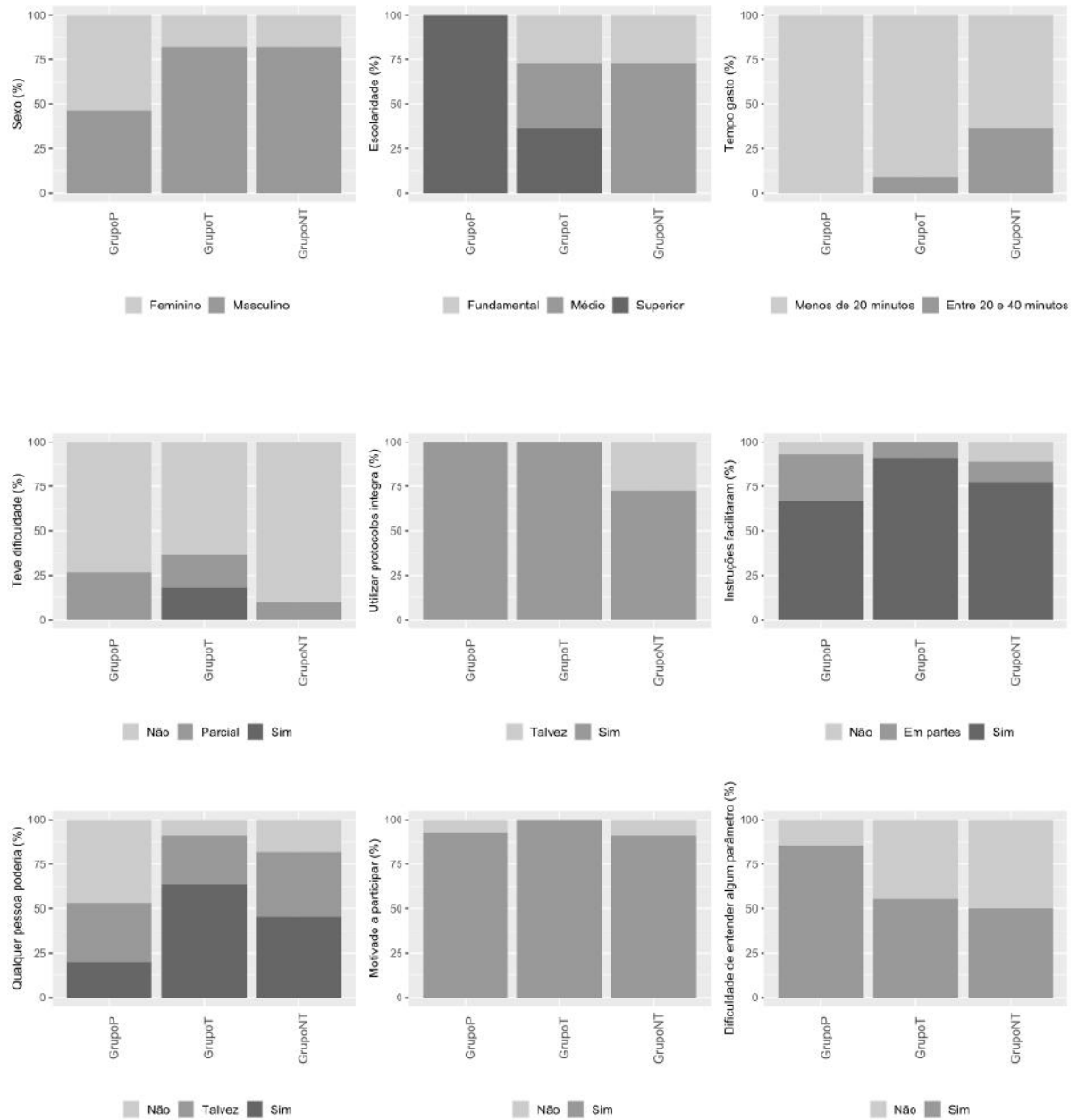
Variáveis		GrupoP		GrupoT		GrupoNT		Valor-p ¹
		N	%	N	%	N	%	
Instruções facilitaram	Não	1	6,7	0	0,0	1	11,1	0,589
	Em partes	4	26,7	1	9,1	1	11,1	
	Sim	10	66,7	10	90,9	7	77,8	
Qualquer pessoa poderia fazer uma avaliação através de protocolos	Não	7	46,7	1	9,1	2	18,2	0,158
	Talvez	5	33,3	3	27,3	4	36,4	
	Sim	3	20,0	7	63,6	5	45,5	
Sentiu motivado a participar de programas de monitoramento	Não	1	7,1	0	0,0	1	9,1	1,000
	Sim	13	92,9	11	100,0	10	90,9	
Dificuldade no parâmetro 1	Não	9	64,3	9	100,0	8	80,0	0,151
	Sim	5	35,7	0	0,0	2	20,0	
Dificuldade no parâmetro 2	Não	14	100,0	9	100,0	9	90,0	0,576
	Sim	0	0,0	0	0,0	1	10,0	
Dificuldade no parâmetro 3	Não	13	92,9	9	100,0	9	90,0	1,000
	Sim	1	7,1	0	0,0	1	10,0	
Dificuldade no parâmetro 4	Não	7	50,0	7	77,8	10	100,0	0,017
	Sim	7	50,0	2	22,2	0	0,0	
Dificuldade no parâmetro 5	Não	12	85,7	9	100,0	10	100,0	0,496
	Sim	2	14,3	0	0,0	0	0,0	
Dificuldade no parâmetro 6	Não	13	92,9	9	100,0	10	100,0	1,000
	Sim	1	7,1	0	0,0	0	0,0	
Dificuldade no parâmetro 7	Não	14	100,0	8	88,9	10	100,0	0,273
	Sim	0	0,0	1	11,1	0	0,0	
Dificuldade no parâmetro 12	Não	12	85,7	8	88,9	10	100,0	0,602
	Sim	2	14,3	1	11,1	0	0,0	
Dificuldade no parâmetro 13	Não	8	57,1	7	77,8	9	90,0	0,195
	Sim	6	42,9	2	22,2	1	10,0	

Nota: ¹ Teste Exato de Fisher.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = número de respostas.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

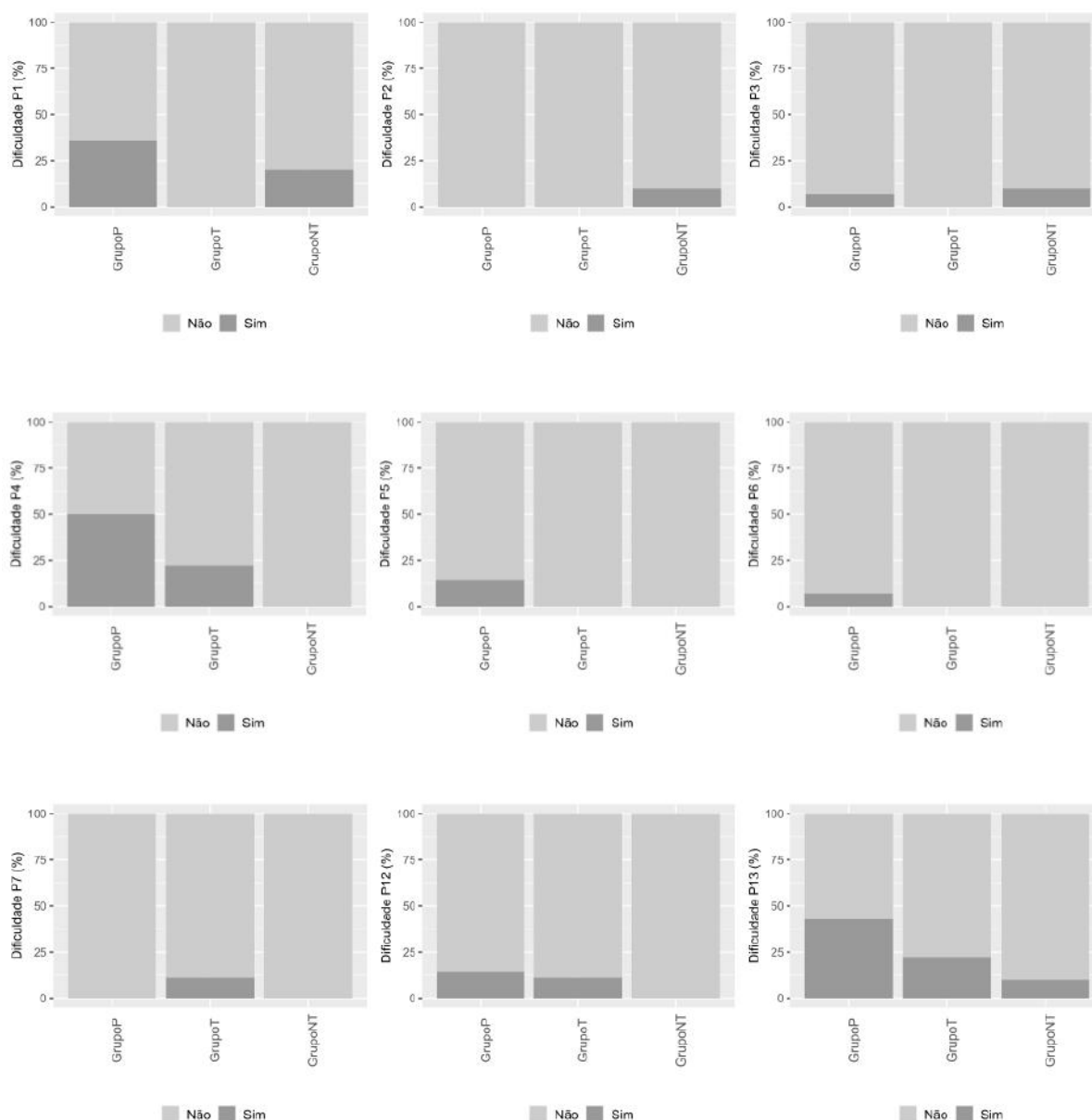
Gráfico 11 - Comparação das variáveis categóricas do Questionário (1º parte).



Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT – grupo não treinado.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Gráfico 12 - Comparação das variáveis categóricas do Questionário (2º Parte).



Legenda: P1 = Parâmetro 1; P2 = Parâmetro 2; P3 = Parâmetro 3; P4 = Parâmetro 4; P5 = Parâmetro 5; P6 = Parâmetro 6; P7; Parâmetro 7; P12 = Parâmetro 12; P13 = Parâmetro 13; Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT – grupo não treinado

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

Dentre os voluntários, 15 apresentam idade entre 18 e 39 anos (40,5%), 20 entre 40 e 59 anos (54,1%) e 2 voluntários possuem idade acima de 60 anos (5,4%). Além disso, pode-se verificar na Tabela 18 que 25 são do sexo masculino (67,6%) e 12 do sexo feminino (32,4%). Quanto ao grau de escolaridade, 2 voluntários possuem ensino fundamental completo e 4 têm ensino fundamental incompleto; 7

possuem ensino médio completo e 5 contam com o ensino médio incompleto; 18 voluntários são graduados e somente 1 possui nível superior incompleto. Dentre os voluntários produtores/trabalhadores rurais e sítiantes, somente 3 possuem ensino superior completo, os quais pertencem ao Grupo T, representando somente 13,6% dos 22 avaliadores da comunidade rural (grupos T e NT).

A maioria dos voluntários (32) levaram menos de 20 minutos para execução do PAR em cada ponto de avaliação (86,5%) e apenas 5 levaram entre 20 e 40 minutos para sua execução em cada ponto (13,5%), dos quais 4 são do Grupo NT. 5,6% dos voluntários tiveram dificuldade na aplicação do protocolo e 91,9% afirmaram que o uso de protocolos integra a sociedade. 77,1% consideraram que as instruções dadas facilitaram a aplicação do protocolo e 40,5% consideraram que qualquer pessoa poderia fazer uma avaliação através dele. 94,4% afirmaram que participar deste estudo os motivou a participar de programas de monitoramento ambiental na sua região.

Conforme Tabela 18 e APÊNDICE G, após as análises estatísticas quanto as variáveis categóricas do questionário utilizando-se o teste Exato de Fisher, constatou-se que houve diferença significativa (Valor-p = 0,000) da escolaridade entre os grupos. Ao realizar-se as comparações múltiplas, percebe-se que houve diferença significativa do grupo P quando comparado aos grupos T (Valor-p = 0,001) e NT (Valor-p = 0,000), sendo que os respondentes do grupo P obviamente tenderam a ter curso superior e a maioria dos demais não.

Houve diferença significativa (Valor-p = 0,026) do tempo gasto na aplicação do questionário entre os grupos. Ao realizar-se as comparações múltiplas, verifica-se que houve diferença marginalmente significativa (Valor-p = 0,066) entre os grupos P e NT, sendo que os respondentes do grupo NT tenderam a demorar mais tempo para terminar as avaliações em cada ponto.

Constatou-se diferença significativa (Valor-p = 0,042) referente ao achar que a utilização de protocolos integra a sociedade entre os grupos. Porém, ao realizar-se as comparações múltiplas, nota-se que não houve diferença significativa (Valor-p > 0,050) entre os grupos.

Também houve diferença significativa (Valor-p = 0,017) no fato de apresentar dificuldade no parâmetro 4 entre os grupos. Ao realizar-se as comparações

múltiplas, verifica-se que houve diferença marginalmente significativa (Valor-p = 0,056) entre os grupos P e NT, sendo que os respondentes do grupo P tenderam a apresentar mais dificuldade nesse parâmetro.

5.4. DISCUSSÃO

5.4.1. Adequação do PAR e Viabilidade do Uso da Comunidade Rural no Monitoramento Participativo dos Recursos Hídricos

Os resultados do teste Fligner-Killeen para cada trecho de córrego avaliado demonstraram, em resumo, que não houve diferença significativa na variabilidade das respostas dentro dos grupos (APÊNDICE F), o que é importante em relação à compreensão básica dos voluntários sobre os parâmetros do PAR (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012). No estudo de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), estudantes do ensino fundamental aplicaram um PAR adequado para o público-alvo, após receberam treinamento teórico, cujos resultados também não evidenciaram diferença significativa na variabilidade das respostas dos alunos.

Na pesquisa de Campos, Nucci e Oliveira (2021), alunos do ensino fundamental (9º ano) aplicaram um PAR em três pontos amostrais localizados no Rio Palmital, no Município de Pinhais (PR), assim como os próprios autores aplicaram concomitantemente aos alunos, cujos resultados foram considerados “referência” para a avaliação das condições do rio. Com as respostas das avaliações, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, que indicou não haver diferença significativa entre as respostas das avaliações dos alunos relacionadas à “pontuação total”, assim como não houve diferença significativa destas respostas em relação à referência, entretanto, a distribuição das notas dos parâmetros relacionados à “ocupação das margens do rio” e “erosão” (em termos de porcentagem) evidenciaram que quanto pior a condição do rio, tendo como base a referência, mais dividida foi a opinião dos estudantes para os referidos parâmetros (CAMPOS; NUCCI; OLIVEIRA, 2021).

Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) desenvolveram um PAR contendo os parâmetros: substrato de fundo, complexidade do habitat submerso, qualidade dos

remansos, estabilidade e proteção dos barrancos e grau de proteção fornecido ao ambiente pela cobertura vegetal das margens. De acordo com os autores, o protocolo foi aplicado em cinco pontos inseridos nos limites da sub-bacia do Rio Cedro e outros cinco na sub-bacia do Rio Limeiras no Município de Brusque (SC) por 50 voluntários que receberam treinamento prévio, cujas respostas atribuídas por eles apresentaram diferença entre os parâmetros nos locais inspecionados em poucos casos (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006).

Os estudos supracitados de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Campos, Nucci e Oliveira (2021) e Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) não abarcaram grupos variados de voluntários como foi no presente estudo que avaliou as respostas de três grupos distintos, sendo um formado por leigos da comunidade rural treinados, outro por leigos da comunidade rural sem treinamento e o último grupo formado por profissionais com formação na área ambiental, dentre eles 6 técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Igarapé-MG.

Na comparação entre os grupos, como esperado o grupo que não recebeu treinamento prévio apresentou respostas com diferença significativa ou marginalmente significativa em relação aos outros grupos (principalmente em relação ao grupo de profissionais) em vários parâmetros, assim como houve diferença significativa quanto à pontuação total na avaliação do Ribeirão Estiva e Córrego Mosquito (tabelas 14, 15, 16, 17), similar aos resultados das avaliações em Fox Creek (Califórnia - USA) na pesquisa de Hannaford, Barbour e Resh (1997).

De forma inesperada, também houve diferença significativa nas respostas entre os grupos P e T, porém somente para o parâmetro 2 (erosão próxima) no Córrego Currálinho referente às medianas e para o parâmetro 3 (alterações antrópicas) referente às variâncias no Córrego Batatal. Também houve diferença marginalmente significativa para o parâmetro 3 (alterações antrópicas) entre os grupos T e P referente às medianas no Córrego Currálinho e para o parâmetro 5 (presença de mata ciliar) no Córrego Batatal referente às medianas (tabelas 14 e 16).

Callisto *et al.* (2002) em um experimento envolvendo estudantes de graduação e pós-graduação treinados e não treinados na aplicação de um PAR, não constataram diferença significativa nas respostas entre os grupos, porém, para

alguns parâmetros como “presença de erosão nas margens” foi observada uma pequena diferença entre os grupos de discentes com treinamento prévio e sem treinamento, evidenciando certo grau de subjetividade do parâmetro.

Semelhante ao relatado por Callisto *et al.* (2002), o estudo de Hannaford, Barbour e Resh (1997) que também trabalhou com estudantes de graduação e pós-graduação, constatou diferença nas respostas entre os grupos nos resultados obtidos em Fox Creek (Califórnia - USA), de forma que o parâmetro “estabilidade do banco” (equivalente a erosão próxima ou nas margens) apresentou variância duas vezes maior para o grupo de estudantes sem treinamento prévio em comparação com o grupo treinado.

Quanto a análise do parâmetros 3 (alterações antrópicas), o trecho avaliado do Córrego Currealinho encontra-se em uma zona destinada para empreendimentos que ainda apresenta vários imóveis rurais, inclusive concomitante ao curso d’água, e em relação ao Córrego Batatal, há evidências de animais acessando a área, o que deve ter causado dúvidas nos avaliadores do Grupo T sobre a resposta adequada para o parâmetro 3, tendo em vista que no protocolo de Pedroso e Colesanti (2017), adaptado de Callisto *et al.* (2002), nenhuma variável das opções de pontuação se refere à intervenções antrópicas agrossilvipastoris, mas somente à doméstica (2 pontos) , industrial/urbana (0 pontos) e, evidentemente, à ausência de alterações (4 pontos).

Alguns protocolos não possuem um parâmetro designado especificamente como “alterações antrópicas”, porém possuem outros que em conjunto avaliam aspectos similares, como os parâmetros 5 (lixo) e 7 (Esgoto doméstico ou industrial) do protocolo adaptado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012). Outros autores nem mesmo abordam este aspecto em um ou mais parâmetros, como o protocolo adaptado de Minatti-Ferreira e Beaumord (2006).

Os referidos resultados relativos à comparação dos grupos T e P possivelmente indicam a carência de maior clareza nos textos explicativos dos parâmetros 2 (erosão próxima), 3 (alterações antrópicas) e 5 (presença de mata ciliar) que apresentaram maior grau de subjetividade do que o esperado, carecendo de aperfeiçoamento textual para elucidá-los. Por outro lado, a ciência sobre quais parâmetros podem apresentar maior subjetividade entre os voluntários treinados,

pode subsidiar um maior enfoque no treinamento dos voluntários para dirimir quaisquer dúvidas que possam causar divergências ou dificuldades na interpretação dos parâmetros que apresentaram diferença significativa ou marginalmente significativa nas respostas, proporcionando um entendimento mais coeso.

De certa forma, os resultados das análises estatísticas apresentados aqui se aproximam da hipótese do presente estudo, demonstrando um maior alinhamento das respostas do Grupo P com o Grupo T do que com o Grupo NT, evidenciando o possível efeito esclarecedor do treinamento nos resultados do PAR afirmado por Hannaford, Barbour e Resh (1997).

Os resultados citados se alinham aos apresentados no estudo de Hannaford, Barbour e Resh (1997), que consistiu na avaliação de dois pontos de riachos (em Fox Creek e Strawberry Creek, Califórnia - USA) por 41 alunos do curso de Biologia de Insetos Aquáticos da Universidade da Califórnia, em Berkeley (USA), os quais foram divididos em dois grupos de avaliadores, sendo um grupo treinado antes da primeira avaliação, composto por 19 alunos, e o outro grupo treinado após a primeira avaliação, composto por 22 alunos. Na avaliação do segundo ponto, em Strawberry Creek, ambos os grupos tinham recebido treinamento prévio, diferente do primeiro ponto em Fox Creek onde só um grupo havia sido treinado previamente (HANNAFORD; BARBOUR; RESH (1997)).

Após a realização das avaliações nos dois pontos e aplicação de testes estatísticos, os autores verificaram que os dois grupos geraram resultados comparáveis somente após receberem níveis iguais de treinamento, explicitando a importância do treinamento prévio dos voluntários que proporcionou a efetiva redução da variabilidade nos resultados de suas avaliações (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997), assim como a presente pesquisa constatou a considerável contribuição do treinamento nas respostas do Grupo T.

Distintamente de Hannaford, Barbour e Resh (1997), o estudo de Callisto *et al.* (2002) não constatou diferença significativa entre o grupo treinado e o não treinado nas avaliações de trechos de córregos no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ), realizadas por graduandos do curso de Ciências Biológicas e alunos da pós-graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) pertencente à Universidade Federal de Minas Gerais

(UFMG), porém, cabe salientar que os dois grupos receberam um ligeiro esclarecimento sobre o arranjo estrutural e funcional dos ecossistemas fluviais antes das avaliações.

Possivelmente a explicação dada aos dois grupos pode ter abarcado um nível de detalhamento e instrução sobre ecologia de riachos compatível com a realização de um treinamento simplificado que, somado ao conhecimento prévio dos estudantes, pode ter contribuído para não ocorrência de diferença significativa entre o grupo treinado e o não treinado (CALLISTO *et al.*, 2002).

Como já explicitado neste estudo, os voluntários foram levados a pontos de avaliação com características distintas quanto à heterogeneidade da paisagem das microbacias, com o objetivo de estimular o senso de avaliação dos voluntários. De acordo com Hannaford, Barbour e Resh (1997), não se pode esperar que avaliações em todos os tipos de habitat produzam variabilidade semelhante nos resultados, o que foi constatado na presente pesquisa.

Fato peculiar que merece destaque foi o teste Fligner-Killeen detectar diferença significativa na variabilidade das respostas entre os grupos em um parâmetro (parâmetros 4) e diferença marginalmente significativa em outros dois (parâmetros 5 e 10) no Córrego Currealinho, em dois no Ribeirão Estiva (parâmetros 3 e 8) e um no Córrego Batatal (parâmetro 3), porém no Córrego Mosquito não houve diferença significativa ou marginalmente significativa entre os grupos de avaliadores em nenhum parâmetro (tabelas 14, 15, 16, 17).

Diante disso, nota-se que houve redução progressiva do número de parâmetros que apresentaram diferença significativa ou marginalmente significativa na variabilidade das respostas entre os grupos de avaliadores, até que no Córrego Mosquito (último avaliado) não houve diferença significativa ou mesmo marginalmente significativa nas respostas entre os grupos.

Deste modo, é possível inferir que a experiência acumulada na avaliação de cada córrego pode ter contribuído para a redução progressiva do número de parâmetros que tiveram diferença significativa ou marginalmente significativa na variabilidade das respostas até culminar na não ocorrência de diferença significativa na variabilidade das respostas referentes ao último córrego avaliado. Na pesquisa de Rodrigues e Castro (2008b) foi verificado que quando o PAR foi aplicado por

peessoas mais experientes, a variação no padrão de resposta foi menor, assim como constatado no experimento de Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), indicando a importância e a contribuição da experiência nas avaliações com o PAR, que por sinal reduz a variabilidade das respostas à medida que a experiência aumenta.

Quanto ao teste de Kruskal-Wallis, percebe-se que houve diferença significativa no parâmetro 3 e na pontuação final entre os grupos NT e P justamente na avaliação do Ribeirão Estiva e do Córrego Mosquito, sendo estes os que tiveram a maior (mais preservado) e a menor pontuação (mais impactado), respectivamente, diferente do constatado em Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), cujo experimento identificou não haver incongruência nas respostas dos avaliadores quando se tratava de ambientes em condições extremas (habitats bem preservados ou degradados).

Os parâmetros que apresentaram diferença significativa ou marginalmente significativa de forma simultânea tanto na comparação das medianas das respostas entre os grupos, assim como na comparação da variabilidade das respostas entre os grupos, foram os parâmetros 4 e 10 na avaliação do Córrego Currálinho e os parâmetros 3 e 8 do Ribeirão Estiva, porém em nenhum dos casos a diferença foi em relação aos grupos P e T.

Como já informado, houve diferença significativa ou marginalmente significativa entre o grupo treinado e o de profissionais apenas em poucos parâmetros nas avaliações dos córregos Currálinho e Batatal, contudo, sugere-se que estes e os demais parâmetros que apresentaram alguma diferença significativa, independente dos grupos que ocorreram diferença e do córrego avaliado, sejam revisados com o incremento de mais detalhes no texto de descrição dos parâmetros e de suas variáveis no intuito de se melhorar o entendimento dos voluntários na interpretação dos parâmetros e aperfeiçoamento continuado do PAR.

Vários parâmetros do protocolo de Callisto *et al.* (2002) que também constam no protocolo do presente estudo apresentam mais detalhes no texto descritivo dos parâmetros e/ou no texto descritivo das variáveis de cada opção de pontuação. Independente da constatação da aptidão do protocolo utilizado neste estudo para o monitoramento participativo através da comunidade local, o aperfeiçoamento do

texto dos parâmetros e de suas variáveis de pontuação são importantes para otimizar o entendimento dos voluntários sobre esta ferramenta.

De acordo com Barbour *et al.* (1999), os protocolos de bioavaliação rápida (como o de avaliação de habitat com base visual) não são destinados para serem usados como protocolos rígidos sem modificações regionais. Em vez disso, os protocolos fornecem opções para agências ou grupos que desejam implementar uma avaliação biológica rápida e técnicas de monitoramento, caracterizando-se como métodos biológicos básicos e econômicos.

Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) adequaram um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) voltado para as condições ecológicas dos córregos inseridos no Bioma Cerrado, na região Sudeste de Goiás, fundamentado nos protocolos produzidos por Barbour *et al.* (1999) e Rodrigues e Castro (2008b), cujo PAR resultante apresentou linguagem mais adequada ao nível de escolaridade do ensino fundamental sobre a descrição dos parâmetros abordados e a inclusão de figuras no intuito de auxiliar os estudantes no momento da aplicação do PAR. A incrementação de figuras representativas pode ser uma medida favorável à interpretação correta dos voluntários leigos quanto aos parâmetros que compõem o PAR.

De acordo com Rodrigues e Castro (2008a), em síntese, não são necessários especialistas para o monitoramento dos recursos hídricos com a utilização do PAR, sendo viável seu uso por cidadãos pertencentes a qualquer fração da sociedade, necessitando para isso somente da realização de um treinamento pré-avaliação ou a concessão de instruções básicas que possibilitem a execução do PAR sem grandes discordâncias.

Por sua vez, para Bersot, Menezes e Andrade (2015), o Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR) é uma ferramenta de base visual, de baixo custo financeiro e fácil aplicabilidade, de modo que o pesquisador, com o devido treinamento, consegue reconhecer os atributos básicos dos locais estudados. Ou seja, além da adaptação do PAR para as peculiaridades regionais e ao grau de instrução dos voluntários, detalhamento adequado do texto dos parâmetros e de suas variáveis de pontuação, é de suma importância a ênfase no treinamento dos

voluntários, devendo ser ministrado com linguagem didática e apropriada ao público em questão.

França *et al.* (2019), realizaram um estudo com o intuito de verificar o aproveitamento de alunos de escolas comunitárias treinados para utilizarem métodos simplificados de avaliação ambiental de riachos urbanos, de modo a produzirem resultados confiáveis, visando a ciência cidadã e o monitoramento participativo. O monitoramento realizado pelos alunos incluiu, entre outras metodologias, um protocolo de habitat físico simplificado, adaptado de Callisto *et al.* (2002), cujos resultados obtidos foram considerados satisfatórios para a avaliação ecológica frente às pressões antrópicas encontradas em suas paisagens.

Assim como no presente estudo, Upgren (2004) também trabalhou com produtores rurais em sua pesquisa, na qual foi adaptado um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para o monitoramento dos impactos que as atividades agrícolas, pecuária e as práticas conservacionistas do solo podem causar nos recursos hídricos, na bacia do Rio Araguaia (GO), cujo monitoramento realizado pelos fazendeiros da região de estudo foi considerado satisfatório pelo autor (*apud* MORAIS *et al.*, 2015).

A participação popular é fundamental na gestão da bacia hidrográfica, conforme dispõe o Art. 1º, Inciso VI da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997). Deste modo, é necessário o desenvolvimento de programas de monitoramento com base em metodologias simplificadas, ágeis e de boa didática que viabilizem o envolvimento da comunidade local na gestão dos recursos hídricos de forma mais abrangente, sendo o cidadão que mora na bacia hidrográfica peça fundamental para a mudança de paradigma. A participação da sociedade não pode se limitar à composição de comitês de bacias hidrográficas e à participação em audiências públicas, o que muitas vezes pode ser desinteressante e enfadonho para a comunidade.

De acordo com Buss (2008), o treinamento do público leigo com técnicas de avaliação ambiental para atuação como voluntários tem ocorrido nos Estados Unidos, permitindo o monitoramento de áreas muito mais extensas, com maior frequência do que as agências ambientais dariam conta e com menor custo,

produzindo dados confiáveis, a partir do recebimento de treinamento adequado, a ponto de serem considerados como dados oficiais pelo órgão ambiental norte americano, o que pode ser bem viável para a gestão dos recursos hídricos brasileiro, conforme resultados discutidos da presente pesquisa.

5.4.2. Reflexão Sobre o Questionário Aplicado Após a Avaliação dos Córregos

A maioria dos voluntários (32) levaram menos de 20 minutos para execução do PAR em cada ponto de avaliação e apenas 5 levaram entre 20 e 40 minutos para sua execução em cada ponto, contudo, 4 dos que gastaram mais tempo são do Grupo NT (36,4% do grupo), fato identificado nos resultados do **teste Exato de Fisher** (Tabela 18). Deste modo, nota-se a possível contribuição do treinamento na avaliação mais célere dos voluntários treinados (Grupo T) em comparação aos não treinados (Grupo NT) e em termos gerais, verifica-se a praticidade e agilidade do uso desta ferramenta (RODRIGUES; CASTRO, 2008b) e seu potencial para o maior alcance do monitoramento em menor tempo (BARBOUR *et al.*, 1999), principalmente quando comparado com as metodologias convencionais que trabalham com parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

Conforme consta nos resultados dispostos no APÊNDICE G, houve diferença marginalmente significativa entre os grupos P e NT relacionadas à ocorrência de dificuldade no parâmetro 4 (cobertura vegetal no leito), com a tendência dos respondentes do Grupo P a apresentarem mais dificuldade nesse parâmetro. Ao consultar as respostas da Questão 11 do Questionário, no que diz respeito às explicações dos voluntários do Grupo P sobre quais foram as dificuldades que tiveram no parâmetro 4, verificou-se que alguns respondentes tiveram a mesma opinião sobre a necessidade de haver mais opções de resposta para o referido parâmetro.

Outros parâmetros como o P1 (tipo de ocupação das margens), P5 (presença de mata ciliar), P12 (alterações no canal do rio) e P13 (características do fluxo das águas) receberam o mesmo comentário sobre a necessidade de existir mais opções de resposta. Para melhorar a compreensão dos voluntários sem tornar o PAR muito complexo, como já sugerido neste estudo, a revisão do texto descritivo das variáveis

de cada parâmetro de forma a conter mais informação e melhor detalhamento básico das opções de resposta pode ser uma boa opção, além do uso de figuras representativas das variáveis como foi realizado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012). O incremento de mais uma coluna de opções de respostas e pontuações, totalizando quatro colunas, também pode ser interessante, como é utilizado nos PARs de Barbour *et al.* (1999); Hannaford, Barbour e Resh (1997); Minatti-Ferreira e Beaumord (2006); Rodrigues e Castro (2008b).

Apesar de apenas 5,6% dos voluntários responderem à Questão 6 do Questionário informando que tiveram dificuldade na aplicação do protocolo (Tabela 18), as respostas da Questão 11 referente a qual dos parâmetros o voluntário teve maior dificuldade de entender, indicam um quantitativo maior de pessoas que realmente tiveram alguma dificuldade. Desta forma, torna-se mais evidente a necessidade de ajustar o PAR para proporcionar uma maior clareza das variáveis dos parâmetros, mesmo que o PAR já apresente boa funcionalidade.

Conforme Tabela 18, a maioria dos participantes (91,9%) responderam “sim” na Questão 7, informando que acreditam no uso dos protocolos como um meio que integra a sociedade na avaliação ambiental, semelhantemente ao resultado do experimento de Radtke (2015). Nota-se que todos os voluntários treinados e os profissionais marcaram a resposta “sim” na Questão 7 do Questionário e três voluntários não treinados marcaram “talvez”. Deste modo, pode-se deduzir que talvez o treinamento também tenha tido um papel sensibilizador para o grupo treinado, além de esclarecedor quanto a sua utilidade e importância. Em relação ao grupo de profissionais, naturalmente espera-se uma opinião mais clara e direta sobre o protocolo, devido ao conhecimento técnico prévio, que neste caso, foi em favor do protocolo utilizado no estudo.

Os resultados do questionário indicam que 77,1% dos voluntários consideraram que as instruções dadas facilitaram a aplicação do protocolo (Tabela 18), cujo valor em porcentagem foi próximo ao obtido pela aplicação de um questionário similar a um grupo de 95 estudantes de ensino fundamental após aplicação de um PAR para o experimento de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), porém os autores ministraram uma oficina de monitoramento a todos os voluntários, diferente do presente estudo que ofertou treinamento somente para um

grupo e uma explicação básica sobre o uso do PAR aos outros dois grupos, similar ao que foi feito por Hannaford, Barbour e Resh (1997) no intuito de verificar o efeito do treinamento sobre as respostas dos avaliadores na aplicação do PAR adaptado de Pedroso e Colesanti (2017).

Conforme exposto na Tabela 18, 40,5% dos voluntários responderam “sim” sobre se consideravam que qualquer pessoa poderia fazer uma avaliação através do PAR e 32,4% responderam “talvez”, ou seja, a maioria (72,9%) consideram a possibilidade de qualquer pessoa utilizar o PAR. Em Radtke (2015), 70% dos voluntários responderam “não” em uma pergunta similar do questionário aplicado após execução de um PAR sobre se qualquer indivíduo teria condições de realizar a avaliação da qualidade ambiental de um curso d’água. Contudo, conforme relatado pelos voluntários, em síntese, eles entendem que é necessário possuir conhecimento mais aprofundado e a utilização de equipamentos sofisticados para obtenção dos dados, fato que pode ser resultado da falta de objetividade na elaboração da pergunta efetuada pela autora que não especifica se a avaliação de cursos d’água seria exclusivamente com o PAR.

Por fim, ainda de acordo com a Tabela 18, 94,4% afirmaram que participar deste estudo os motivaram a participar de programas de monitoramento ambiental na sua região, indicando o potencial educativo e sensibilizador do PAR como ressaltado por Bizzo *et al.* (2014), cujos autores destacaram o PAR como uma ferramenta que proporciona a sensibilização das pessoas em relação às questões de preservação dos recursos hídricos.

5.5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, o presente estudo demonstrou a viabilidade do uso da comunidade rural no monitoramento participativo dos recursos hídricos com a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PAR), em especial o testado nesta pesquisa. O PAR apresenta potencial para mobilização e sensibilização social quanto a preservação dos mananciais que fornecem serviços ecossistêmicos importantes para a comunidade e importantes para o equilíbrio biológico.

As ocorrências de diferença significativa ou marginalmente significativa nas respostas dos voluntários foram predominantemente entre os grupos P e NT. Houve diferença significativa ou marginalmente significativa entre os grupos T e P apenas nos parâmetros 2 e 3 nas respostas sobre o Córrego Curralinho e para os parâmetros 3 e 5 nas respostas sobre o Córrego Batatal, indicando a necessidade de se melhorar os textos explicativos dos parâmetros supracitados, além do maior empenho no esclarecimento destes parâmetros quando forem executados os treinamentos, para reduzir o grau de subjetividade e proporcionar respostas mais coesas na aplicação do PAR. De certa forma, os resultados das análises estatísticas apresentados aqui se aproximam da hipótese do presente estudo.

Os protocolos de avaliação rápida não são destinados a serem usados como protocolos rígidos. Apesar de sua aptidão para o monitoramento participativo, o PAR não está isento de passar por adaptações, devendo ser ajustado às diversidades regionais que as bacias hidrográficas podem apresentar e constantemente aperfeiçoado para melhorar o entendimento e o desempenho dos usuários voluntários.

Demonstrou-se neste estudo que o treinamento contribuiu consideravelmente na redução da variabilidade das respostas dos voluntários, sendo requisito importante quando se utiliza voluntários de diferentes formações, idades e níveis de escolaridade no monitoramento dos recursos hídricos.

Sugere-se a utilização do PAR como uma ferramenta interessante em projetos que visam à participação social no monitoramento dos recursos hídricos e a ciência cidadã, bem como para o monitoramento dos efeitos das ações conservacionistas implementadas nos projetos produtores de águas que envolvam Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), sendo o aprimoramento dos métodos de monitoramento, de verificação, de avaliação e de certificação dos serviços ambientais prestados, uma das diretrizes da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Sugere-se também que em estudos futuros seja verificado o possível efeito progressivo na redução da variabilidade das respostas dos avaliadores leigos devido à experiência adquirida a cada avaliação realizada.

REFERÊNCIAS

ABREU, I. B.; QUEIROZ, F. F.; NUNES, E. A.; ISHII, L. S.; RODRIGUES, L. S. PROJETO GUARDIÃO DOS IGARAPÉS: Programa de Produção e Conservação das Águas, Igarapé, Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, XIX., 2022, Poços de Caldas. **Anais**, Volume 14, n1, 2022. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/196%20-%20245458_projeto-guardiao-dos-igarapes--programa-de-producao-e-conservacao-das-guas.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

ACCUWEATHER. **Meteorologia mensal em Igarapé, Minas Gerais, Brasil**. Disponível em: <<https://www.accuweather.com/pt/br/igarap%C3%A9/34175/june-weather/34175>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

AGRESTI, A. Categorical data analysis. New York: Wiley, 2002.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**, EPA 841-B-99-002, Second Edition. Washington: Environmental Protection Agency; Office of Water, 1999.

BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé–RJ. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v. 11, n. 2, p. 277-294, 2015.

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de estudos geoambientais**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 5–13, 2014.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 11 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 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 nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº12.651, 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, DF: Palácio do Planalto, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BRASIL. PORTARIA ANA Nº 196, DE 30 DE AGOSTO DE 2013. Aprova, na forma do Anexo, o Manual Operativo do Programa Produtor de Água, instrumento de caráter orientador ao desenvolvimento e habilitação de projetos e às formas de apoio prestado aos parceiros no âmbito do Programa. **Boletim de Pessoal e Serviço**: nº8, Brasília, DF, 4 set. 2013.

BUSS, D.F. 2008. Desenvolvimento de um índice biológico para uso de voluntários na avaliação da qualidade da água de rios. **Oecologia Brasiliensis**, 12(3):520-530.

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 Limnológica de Brasil**, Rio Claro, v.14, n.1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; ALVES, C. B. M.; GOLGHER, A. B.; AGRA, JANAINA; MAGALHAES, S.; COSTA, I. S. Avaliação ecológica rápida de qualidade de água no rio das Velhas. **Revista Espinhaço**, v. 10, p. 1-23, 2021.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, JOÃO CARLOS; OLIVEIRA, C. Protocolo de avaliação rápida de rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar. **Revista RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 50, p. 207-230, 2021.

CONOVER, W. J.; JOHNSON, M. E.; JOHNSON, M. M. A comparative study of tests for homogeneity of variances, with applications to the outer continental shelf bidding data. **Technometrics**, 23(4), 351-361, 1981.

FLIGNER, M. A.; KILLEEN, T. J. Distribution-free two-sample tests for scale. **Journal of the American Statistical Association**, v. 71, n. 353, p. 210-213, 1976.

FRANÇA, J. S.; SOLAR, R.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. **Ambio**, v. 48, p. 867-878, 2019.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. 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.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

HOLLANDER, M., WOLFE, D. A., & CHICKEN, E. **Nonparametric statistical methods**. John Wiley & Sons, 2013.

HOLM, S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, 6, p. 65-70, 1979.

IGARAPÉ. **Decreto nº 1.104, de 16 de maio de 2003**. Dispõe sobre a regulamentação da APA - Área de Proteção Ambiental do Município de Igarapé, criada pela Lei nº 1.306, de 16 de maio de 2003 e dá outras providências. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2003b. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1jwZAhodgBIsZhJvWAWaVMG7K6By62wK0>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

IGARAPÉ. **Lei nº 1.306, de 16 de maio de 2003**. Dispõe sobre a Implantação de Área de Proteção Ambiental no Município de Igarapé. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2003a. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1mrLLTMJR8g9sJZnNUEn7l65TPGTG0qxa>>. Acesso em: 18 de nov. 2022.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

MANN, H.B.; WHITNEY, D.R. On a Test of Whether One of Two Random Variables Is Stochastically Larger than the Other. **The Annals of Mathematical Statistics**, 18, p. 50-60, 1947.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUSA, F.M.P.; MELO, W. G. P. O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 192-205, 2015.

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. M. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás. **Caminhos de Geografia: revista online**, Uberlândia, v. 18, ed. 64, p. 248–262, 2017.

PRITSCHET, L.; POWELL, D.; HORNE, Z. Marginally significant effects as evidence for hypotheses: Changing attitudes over four decades. **Psychological science**, v. 27, n. 7, p. 1036-1042, 2016.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2021.

RADTKE, L. **Protocolos de Avaliação Rápida**: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d'água urbanos. 2015. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnologica Brasiliense**, Sorocaba, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008b.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, p. 143-155, 2008. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/160>>. Acesso em: 11 set. 2021.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**. v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. 01.ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. v. 01. 68p.

6. CAPÍTULO IV – PRODUTO TÉCNICO DE CUNHO DIDÁTICO E INSTRUCIONAL PARA A DIVULGAÇÃO DO PAR

6.1. APRESENTAÇÃO DO MANUAL ORIENTADOR

Para atendimento do Objetivo Específico IV, cujo propósito foi elaborar um produto técnico de cunho didático e instrucional para a divulgação da técnica de avaliação e monitoramento participativo dos recursos hídricos, foi elaborado um manual orientador para instrução sobre como usar e interpretar a ferramenta denominada Protocolo de Avaliação Rápida de Hábitat de Riacho (PAR), cujo público alvo é composto por produtores/trabalhadores rurais e sítiantes, principalmente pessoas que tenham interesse em participar de campanhas públicas de monitoramento ou mesmo para o automonitoramento de cursos d'água inseridos em suas propriedades.

Para criação da arte gráfica foi utilizada a plataforma denominada "Canva" (disponível em: https://www.canva.com/pt_br/) e para a parte textual foi analisada a literatura específica indicada nos outros capítulos deste estudo. Na elaboração do manual, buscou-se esclarecer ao público leigo que é possível identificar características aparentes dos riachos que indicam como está sua preservação e que um curso d'água em boas condições ambientais contribui com serviços ecossistêmicos importantes para os seres humanos e para a fauna. Desta forma, buscou-se explicar cada parâmetro do PAR com linguagem mais apropriada ao público-alvo e com o auxílio de imagens representativas das condições ambientais relacionadas aos respectivos parâmetros.

Como resultado, o citado manual apresenta linguagem didática e estrutura explicativa para que o aplicador do PAR compreenda de forma clara todos os seus 13 parâmetros, os quais representam os principais aspectos influenciadores e determinantes dos processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais. Deste modo, acredita-se que, com a orientação do manual o avaliador leigo poderá realizar avaliações de trechos de cursos d'água inseridos em sua propriedade, ou na região onde mora, sem acompanhamento profissional, tendo o manual como guia prático.

Sugere-se, inclusive, o uso deste manual para monitoramento dos trechos de riachos inseridos em propriedades rurais participantes de projetos produtores de águas que recebam a implementação de medidas conservacionistas do solo e da água, tais como plantio de espécies florestais e cercamento para recuperação de

Áreas de Preservação Permanente (APPs), implantação de barraginhas e terraços em nível para contenção de enxurradas e aumento do nível de infiltração da água no solo, entre outras, de modo a se verificar periodicamente o reflexo destas ações na recuperação das condições ambientais do habitat fluvial.

O manual elaborado foi fornecido a um grupo de produtores/trabalhadores rurais e sitiantes (Grupo T) que atuaram como avaliadores voluntários na presente pesquisa, logo após receberem um treinamento sobre ecologia de riachos e sobre os parâmetros do PAR que foi utilizado. Dentre os 22 produtores/trabalhadores rurais e sitiantes que atuaram como voluntários nesta pesquisa, 9 (40,9%) são proprietários/arrendatários ou trabalham em propriedades participantes do projeto produtor de águas denominado “Guardião dos Igarapés” implantado no Município de Igarapé-MG pela Prefeitura através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Diante do exposto, o referido manual orientador pode ser conferido na íntegra, a seguir.

MANUAL DE ORIENTAÇÃO AO PRODUTOR RURAL

PAR

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM HÁBITATS DE RIACHOS

Ilustração: GrátisPNG





Ficha catalográfica

Almeida, Wender Lucas

Vieira, Nayara Morais Rocha

Manual: PAR - Protocolo de avaliação rápida em habitats de riachos.
Florestal - UFV, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni.

Produção integrada a dissertação de mestrado: MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HÁBITAT DE RIACHO: Avaliação Utilizando Produtores Rurais

1.Protocolo. 2.Avaliação Rápida. 3.Ecologia de Riachos. 4.Bacia Hidrográfica. 5.Gestão Participativa. 6.Monitoramento Ambiental.

Sumário

Apresentação	04
Parâmetros	05
Esclarecendo os parâmetros	07
Sua vez	11
Referências	12

Apresentação

Você sabia que a qualidade de nossas vidas está diretamente relacionada com o meio ambiente que nos cerca? Pois sim! Um exemplo claro são os riachos, que alimentam os grandes rios que são fonte de vida para diversos animais e de recursos para nós humanos, como a pesca e o abastecimento doméstico.

Mas como saber se o riacho está em boas condições?

Este manual foi desenvolvido com este propósito! Disponibilizando uma ferramenta de avaliação simples e acessível para o monitoramento da qualidade dos riachos, de modo a reconhecermos o estado de conservação do meio que nos cerca.

A comunicação do riacho com o PAR

As características ao redor de um riacho é uma das formas que ele encontra de se comunicar sobre sua condição, trazendo informações visuais na maioria das vezes.

O protocolo de avaliação rápida (PAR) é um método que atribui pontos a essas características, com o potencial da fácil replicação, não exigindo a participação exclusiva de profissionais ambientais para o diagnóstico.

Apresentando assim, a possibilidade de participação aos produtores rurais e demais interessados no diagnóstico e monitoramento das condições ambientais dos recursos hídricos.



Ilustração: GrátisPNG

Parâmetros

O protocolo é formulado atribuindo pontuações de acordo com a condição do parâmetro analisado. Com base no estudo de Pedroso e Colesanti (2017) a pontuação foi definida em 0, 2 ou 4, sendo: 0 indica uma condição ruim, 2 condição intermediária e 4 uma boa condição.

Características Avaliadas em Cada Ponto de Observação		Resumo dos Critérios a Serem Avaliados		
		4 pontos	2 pontos	0 pontos
1	Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2	Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3	Alterações antrópicas	Ausente	Doméstica	Industrial/ Urbana
4	Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5	Presença de mata ciliar	Ótima	Boa	Ruim
6	Extensão de mata ciliar	Extenso	Médio	Curto

7	Odor da água	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial
8	Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
9	Transparência da água	Transparente	Cor de chá	Opaca
10	Odor do sedimento	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial
11	Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama / Areia	Cimento/ Canalizado
12	Alterações no canal do rio	Ausente	Moderada	Acentuada modificação
13	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio	Substrato exposto	Lâmina d'água escassa

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Pedroso e Colesanti, 2017.

Ao fim da distribuição de pontos é feita a soma de todos parâmetros, categorizando a condição do riacho de acordo com o quadro a seguir.

Categoria	Pontuação
Ótima	----- 41 a 52
Boa	----- 27 a 40
Regular	----- 13 a 26
Péssima	----- 0 a 12

Esclarecendo os parâmetros

1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)

Atividades praticadas ao redor do corpo d'água, que faça uso dele ou não



Fonte: Salmo Duarte, 2016



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Carreamento de terra/cascalho da borda do riacho para dentro do seu leito

2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito



Resíduos ou construções humanas próximas ao corpo d'água

3. Alterações antrópicas



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

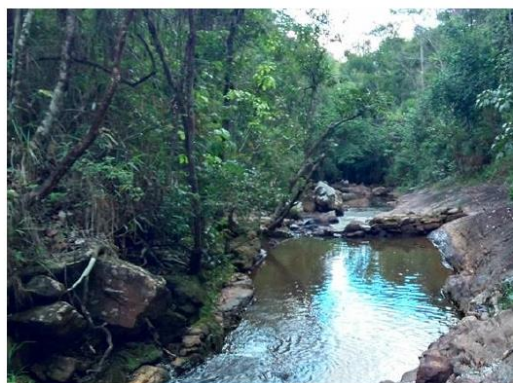
Presença de árvores/arbustos com a copa projetada por cima do riacho de modo a sombrear o seu leito

4. Cobertura vegetal no leito



Vegetação natural nativa presente nas margens do riacho

5. Presença de mata ciliar



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Extensão do espaço ocupado pela vegetação nativa nas margens do riacho

6. Extensão de mata ciliar



7. Odor da água

Qualquer cheiro desagradável/incomum vindo da água



Fonte: Ambiente Magazine, 2015



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Contaminação da água com óleo, geralmente de fontes industriais ou de oficinas mecânicas

8. Oleosidade da água

O quanto é possível enxergar através da água



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

9. Transparência da água



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Cheiro do material contido no fundo do leito

10. Odor do sedimento



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Se o fundo do leito contém material natural (pedra, areia) ou não natural (canalização)

11. Tipo de fundo



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Mudança no percurso natural do leito por ações humanas

12. Alterações no canal do rio



Fonte: Wender Lucas Almeida, 2022

Água ocupando de forma relativamente igual todo o leito

13. Características do fluxo das águas

Sua vez

Agora que já aprendemos um pouco sobre os parâmetros e como avaliá-los, segue protocolo para ser preenchido na prática.

Obs.: Os 13 parâmetros devem ser preenchidos em cada ponto ou trecho do riacho a ser analisado.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Data: _____ Horário início: _____ Horário término: _____

Nome do proprietário: _____ Latitude: _____

Município: _____ CEP: _____ Longitude: _____

Observações:

Características Avaliadas em Cada Ponto de Observação		Resumo dos Critérios a Serem Avaliados			PONTUAÇÃO
		4 pontos	2 pontos	0 pontos	
1	Tipo de ocupação das margens	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial	
2	Erosão próxima	Ausente	Moderada	Acentuada	
3	Alterações antrópicas	Ausente	Doméstica	Industrial/ Urbana	
4	Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente	
5	Presença de mata ciliar	Ótima	Boa	Ruim	
6	Extensão de mata ciliar	Extenso	Médio	Curto	
7	Odor da água	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial	
8	Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante	
9	Transparência da água	Transparente	Cor de chá	Opaca	
10	Odor do sedimento	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial	
11	Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama / Areia	Cimento/ Canalizado	
12	Alterações no canal do rio	Ausente	Moderada	Acentuada modificação	
13	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio	Substrato exposto	Lâmina d'água escassa	
SOMA:					

RESULTADO (MARQUE DE ACORDO COM A SOMA)	
ÓTIMA (41 a 52)	
BOA (27 a 40)	
REGULAR (13 a 26)	
PÉSSIMA (0 e 12)	

Obs.: Indicamos o aplicativo "As minhas coordenadas GPS" disponível na Play Store para auxílio com as coordenadas.

Referências bibliográficas

DUARTE, Salmo. Ocupações Irregulares. **ClicRBS**, 2016. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/sites/swf/an_ocupacoesirregulares/index.html>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

GrátisPNG, 2022. Disponível em: <<https://www.gratispng.com/>>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. M. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 248-262, 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40932>. Acesso em: 20 mar. 2021.

TRÊS TONELADAS DE PEIXE MORTO RETIRADAS DE ÁGUAS DE BAÍA DE MACAU. **Ambiente Magazine**, 2015. Disponível em: <<https://www.ambientemagazine.com/tres-toneladas-de-peixe-morto-retiradas-de-aguas-de-baia-de-macau/>>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

7. CONCLUSÃO GERAL

As etapas correspondentes a cada capítulo do presente trabalho atenderam os objetivos específicos. As publicações analisadas na revisão sistemática da literatura, em geral, indicam que os Protocolos de Avaliação Rápida de Habitat de Riacho (PARs) apresentam grande potencial para várias ações, tais como: 1) educação ambiental com diferentes públicos; 2) treinamento de estudantes universitários em atividades práticas de ensino e pesquisa referentes à ecologia de riachos; 3) campanhas de monitoramento participativo de bacias hidrográficas em planos de gestão de recursos hídricos, desde que seja atenuada a subjetividade da ferramenta através do treinamento dos voluntários sobre ecologia de riachos e os parâmetros do PAR, sendo também recomendado a supervisão dos voluntários por algum monitor ou voluntário mais experiente no momento da avaliação visual do riacho.

Dependendo da região de inserção do curso d'água a ser avaliado, são necessárias adaptações do PAR de modo a abarcar parâmetros que sejam mais representativos para as condições de referência dos sistemas fluviais regionais e locais. Realizadas as adaptações necessárias, o PAR torna-se uma ferramenta aplicável a qualquer tipo de sistema fluvial, não dispensando o uso de outras metodologias. De forma complementar a outras análises de qualidade dos recursos hídricos, tais como as análises físico-químicas e microbiológicas da água e do solo, determinação de índices de qualidade da água (por exemplo, o IQA), com os devidos cuidados na interpretação dos resultados, o PAR proporciona a obtenção de informações que possibilitam o planejamento do uso e conservação dos recursos hídricos.

Os resultados da aplicação do protocolo pelos três grupos de voluntários demonstraram a viabilidade do uso da comunidade rural no monitoramento participativo dos recursos hídricos com a utilização do PAR, em especial o testado nesta pesquisa. O PAR apresenta potencial para mobilização e sensibilização social quanto à preservação dos mananciais, principalmente quando os voluntários recebem treinamento que contribua com este aspecto.

Além disso, os resultados indicam a necessidade de se melhorar os textos explicativos dos poucos parâmetros que apresentaram diferença significativa ou marginalmente significativa entre o grupo treinado em relação ao grupo de profissionais, além do maior empenho no esclarecimento destes parâmetros durante os treinamentos, para reduzir o grau de subjetividade e proporcionar respostas mais coesas na aplicação do PAR. O uso de manuais orientadores também pode contribuir para avaliações mais precisas pelos voluntários. De certa forma, os resultados das análises estatísticas apresentados aqui se aproximam da hipótese do presente estudo.

Demonstrou-se neste estudo que o treinamento contribuiu consideravelmente na redução da variabilidade das respostas dos voluntários, sendo requisito importante quando se utiliza voluntários com diferentes perfis no monitoramento dos recursos hídricos.

Deste modo, recomenda-se a utilização do PAR como uma ferramenta interessante em projetos que visam à participação social no monitoramento dos recursos hídricos e a ciência cidadã, assim como em projetos produtores de águas que envolvam Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Sugere-se que em estudos futuros seja verificado o alinhamento do PAR com estudos referentes à diversidade de paisagens inseridas dentro da bacia hidrográfica e suas influências nas alterações físicas do habitat de sistemas fluviais e com os índices relacionados à qualidade dos recursos hídricos.

APÊNDICE A – SLIDES UTILIZADOS PARA A PALESTRA MINISTRADA AO GRUPO QUE RECEBEU TREINAMENTO (GRUPO T)



PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE RIACHO - PAR

Múltiplos Usos da Água: Agricultura; Criação de Animais; Abastecimento Público; Pesca; Recreação; Indústria, Etc.



A Importância Dos Recursos Hídricos


- A **água** cobre 70% da superfície da terra;
- 97% é salgada e apenas 3% é água doce;
- Pouco mais de 2% nas geleiras, portando menos de 1% esta disponível para consumo.

Estimativa de consumo de água doce pela população humana:

- 7% uso doméstico;
- 23% uso industrial; e
- 70% na produção de alimentos.



Fonte: Juliana Silva França (2019).




Gestão Participativa & Ciência Cidadã


Um importante aliado na preservação dos recursos hídricos é o próprio cidadão que mora na região por onde passa o rio, que conhece e usufrui dos seus benefícios (Gestão Participativa).




A final, o que é habitat?



- **Habitat** é um termo bastante utilizado em Ecologia e diz respeito ao local onde uma determinada espécie vive e se desenvolve, ou seja, o habitat é o ambiente propício para que uma espécie possa alimentar-se e reproduzir-se.
- O **PAR** serve para avaliar se o habitat está sendo afetado pelas atividades humanas do entorno, prejudicando os organismos aquáticos.



MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

PLECOPTERA Origem do nome: pleco = sem asas e ptera = asas. Características: São os únicos insetos aquáticos que possuem asas e vivem na água. Exemplo: Libélula.	EPHEMEROPTERA Origem do nome: ephero = curto e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida curto. Exemplo: Mosca-d'água.	TRICHOPTERA Origem do nome: tricho = cabelo e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Borboleta-d'água.
COLEOPTERA Origem do nome: koleo = duro e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Caracol.	HEMÍPTERA Origem do nome: heme = metade e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Cigarrinha.	DIPTERA Origem do nome: di = dois e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Mosca.
SOLEPTERA Origem do nome: soleo = sem asas e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Mosca-d'água.	NEURÓPTERA Origem do nome: neuro = nervo e ptera = asas. Características: São insetos aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Mosca-d'água.	MOLUSCA Origem do nome: molus = mole e sca = concha. Características: São animais aquáticos com ciclo de vida longo. Exemplo: Caracol.


Fonte: Disponível em: <http://lats.job.ufr.br/br/it/hos>. Acessado em 16/12/2021.




MACROINVERTEBRADOS COLETADOS NA SERRA DO CIPÓ:
(A) ORDEM TRICHOPTERA; (B) ORDEM EPHEMEROPTERA; (C) ORDEM MEGALOPTERA.



Fonte: Diego, M. P. Castro (2021).

Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).




PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITAT DE RIACHO - PAR

O PAR consiste, através da avaliação visual do riacho, na designação de pontuação aos parâmetros presentes na ficha de avaliação, atribuindo notas correspondentes a condição ambiental de cada parâmetro:

- 0 pontos indica uma condição **ruim**;
- 2 pontos indica uma condição **intermediária**;
- 4 pontos indica **boa** condição para o respectivo parâmetro avaliado.

Categoria de enquadramento	Faixa de Pontuação
Ótima	41 a 52
Bom	27 a 40
Regular	13 a 26
Péssima	0 a 12

Fonte: Guzzo, A. P. e Castro, C. (2017).

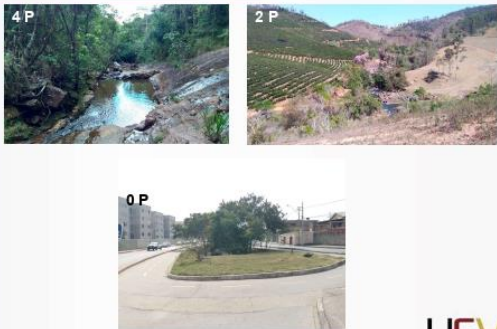


Características Avaliadas	Resumo dos Critérios a Serem Avaliados		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1 Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ Agrícola/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2 Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3 Alterações antrópicas	Ausente	Doméstica	Industrial/ Urbana
4 Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5 Presença de mata ciliar	Ótima	Bom	Ruim
6 Extensão de mata ciliar	Extensa	Médio	Curto
7 Odor da água	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Industrial
8 Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
9 Transparência da água	Transparente	Car de chá	Opaca
10 Odor do sedimento	Ausente	Esgoto (Ovo podre)	Óleo/Industrial/ Cimento/ Canalizado
11 Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama / Areia	Canalizado
12 Alterações no canal do rio	Ausente	Moderada	Acentuada modificação
13 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio	Substrato exposto	Lâmina d'água espessa


DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 01 - Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade):

- > Vegetação Natural (4 pontos);
- > Campo de pastagem/ Agrícola/ Monocultura/ Reflorestamento (2 pontos);
- > Residencial/ Comercial/ Industrial (0 pontos).

Fonte: Wender Lucas (2022).



DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 02 - Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito:

- Ausente (4 pontos);
- Moderada (2 pontos);
- Acentuada (0 pontos).

UFV



Fonte: <https://sustentabilidade.com.br/mata-ciliar-os-olhos-das-aguas/>

UFV



Fonte: Wander Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 03 - Alterações antrópicas:

- Ausente (4 pontos);
- Alterações de origem doméstica - lixo, esgoto, entulho (2 pontos);
- Alterações de origem industrial/ urbana - fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio (0 pontos).

UFV



Fonte: Wander Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 04 - Cobertura vegetal no leito:

- Total (4 pontos);
- Parcial (2 pontos);
- Ausente (0 pontos).

UFV

4 P

2 P

0 P

Fonte: Wander Lucas (2022).

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 05 - Presença de mata ciliar:

- Ótima - acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal" (4 pontos);
- Média - entre 90% e 50% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente ou óbvio podendo apresentar trechos com solo exposto (2 pontos);
- Ruim - menos de 50% de mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado (0 pontos).

4 P

2 P

0 P

Fonte: Wander Lucas (2022).

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 06 - Extensão de mata ciliar:

- Extensa (4 pontos);
- Média (2 pontos);
- Curta (0 pontos).

Delimitação das APPs de nascentes e rios na Lei 12.651/2012 – Código Florestal Brasileiro.

Fonte: https://wwfbr.awsassets.panda.org/img/agr_imagem_35851.jpg

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 07 - Odor da água:

- Ausente (4 pontos);
- Esgoto - ovo podre (2 pontos);
- Industrial (0 pontos).

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 08 - Oleosidade da água:

- Ausente (4 pontos);
- Moderada (2 pontos);
- Abundante (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).



Fonte: <https://media.gazetadopovo.com.br/2011/0/504b8a7d108790c0d9a0449c54039005-gplLarge.jpg>

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 09 - Transparência da água:

- Transparente (4 pontos);
- Cor de chá (2 pontos);
- Opaca (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 10 - Odor do sedimento:

- Ausente (4 pontos);
- Esgoto – cheiro de ovo podre (2 pontos);
- Óleo/Industrial (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 11 - Tipo de fundo:

- Pedra/cascalho (4 pontos);
- Lama/areia (2 pontos);
- Cimento/canalizado (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 12 - Alterações no canal do rio:

- Ausente – canalização/retificação ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal (4 pontos);
- Moderada – alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes (2 pontos);
- Acentuada modificação – acima de 80% do rio com as margens modificadas (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).

UFV

DECIFRANDO OS PARÂMETROS DO PAR

PARÂMETRO 13 - Características do fluxo das águas:

- Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio (4 pontos);
- Substrato exposto (2 pontos);
- Lâmina d'água escassa (0 pontos).

UFV



Fonte: Wender Lucas (2022).

UFV

Obrigado pela atenção!

Wender Lucas de Almeida.

Biólogo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Manejo e
Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. UFV campus Florestal.

E-mail: wender.almeida@ufv.br / wenderlicenciamento@gmail.com

Campus Viçosa:
Avenida Peter Henry Rolfs, s/n
CEP 36570-900
Viçosa - MG - Brasil | + 55 31 3899-2230

Campus Florestal:
Rodovia LMG 818, km 6
CEP 35600-000
Florestal - MG - Brasil | + 55 31 3336-1300

Campus Rio Paranaíba:
Rodovia MG-230, Km 8
CEP 38810-000
Rio Paranaíba - MG - Brasil | + 55 34 3355-0300

www.ufv.br

UFV
Universidade Federal de Viçosa

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PARA APLICAÇÃO APÓS EXECUÇÃO DO PAR

Abordagem do pesquisador: Bom dia/boa tarde! Agora que o(a)s senhores/senhoras terminaram de fazer a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida peço, por gentileza, que cada um responda a este questionário para que nós possamos verificar o que vocês acharam de participar deste estudo e, se for o caso, melhorar a técnica utilizada. Após terminarem de preencher favor me entregarem o questionário. Muito obrigado pela colaboração!

QUESTIONÁRIO PARA APLICAÇÃO APÓS EXECUÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR)

1) DADOS DO VOLUNTÁRIO

Nome completo: _____

Profissional da área ambiental - Formação: _____

Produtor rural – Da região do Batatal ou do Curralinho: _____

Não quero informar meus dados

Não sei responder

2) SEXO:

Masculino Feminino Não quero responder Não sei

3) IDADE (Em anos): _____ Não quero responder Não sei

4) GRAU DE ESCOLARIDADE

Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Superior
<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Completo
<input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> Incompleto

Não quero responder Não sei

5) TEMPO GASTO NA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Menos de 20 minutos Entre 40 minutos e 1 hora

Entre 20 e 40 minutos Mais de 1 hora

Não quero responder Não sei

6) VOCÊ TEVE DIFICULDADES NA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Sim Não Parcial Não quero responder Não sei

Se teve dificuldades mesmo que parcial, informar quais foram, caso queira:

Entender as variáveis dos Parâmetros

Atribuir notas as variáveis dos Parâmetros

Acesso aos pontos de avaliação

Outros – especificar, caso queira: _____

7) VOCÊ ACREDITA QUE A UTILIZAÇÃO DOS PROTOCOLOS É UM MEIO QUE INTEGRA A SOCIEDADE NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL?

Sim

Não

Talvez

Não quero responder

Não sei

Comente sua opinião, caso queira _____

8) AS INSTRUÇÕES PRÉVIAS FACILITARAM O ENTENDIMENTO DOS PARÂMETROS DO PROTOCOLO?

Sim

Não

Em partes

Não quero responder

Não sei

9) VOCÊ ACREDITA QUE QUALQUER PESSOA PODERIA REALIZAR A AVALIAÇÃO DE UM CÓRREGO ATRAVÉS DE UM PROTOCOLO COMO O DO PRESENTE ESTUDO?

Sim

Não

- () Talvez
- () Não quero responder
- () Não sei

10) APÓS PARTICIPAR DESTE ESTUDO VOCÊ SE SENTIU MOTIVADO A PARTICIPAR DE PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA SUA REGIÃO?

- () Sim
- () Não
- () Parcialmente
- () Não quero responder
- () Não sei

11) QUAL DOS PARÂMETROS VOCÊ TEVE MAIOR DIFICULDADE DE ENTENDER?

- () Parâmetro nº 1 () Parâmetro nº 2 () Parâmetro nº 3
- () Parâmetro nº 4 () Parâmetro nº 5 () Parâmetro nº 6
- () Parâmetro nº 7 () Parâmetro nº 8 () Parâmetro nº 9
- () Parâmetro nº 10 () Parâmetro nº 11 () Parâmetro nº 12
- () Parâmetro nº 13 () Não quero responder () Não sei

COMENTE SOBRE SUA DIFICULDADE, CASO QUEIRA: _____

APÊNDICE C - TESTE DE NORMALIDADE PARA AS VARIÁVEIS

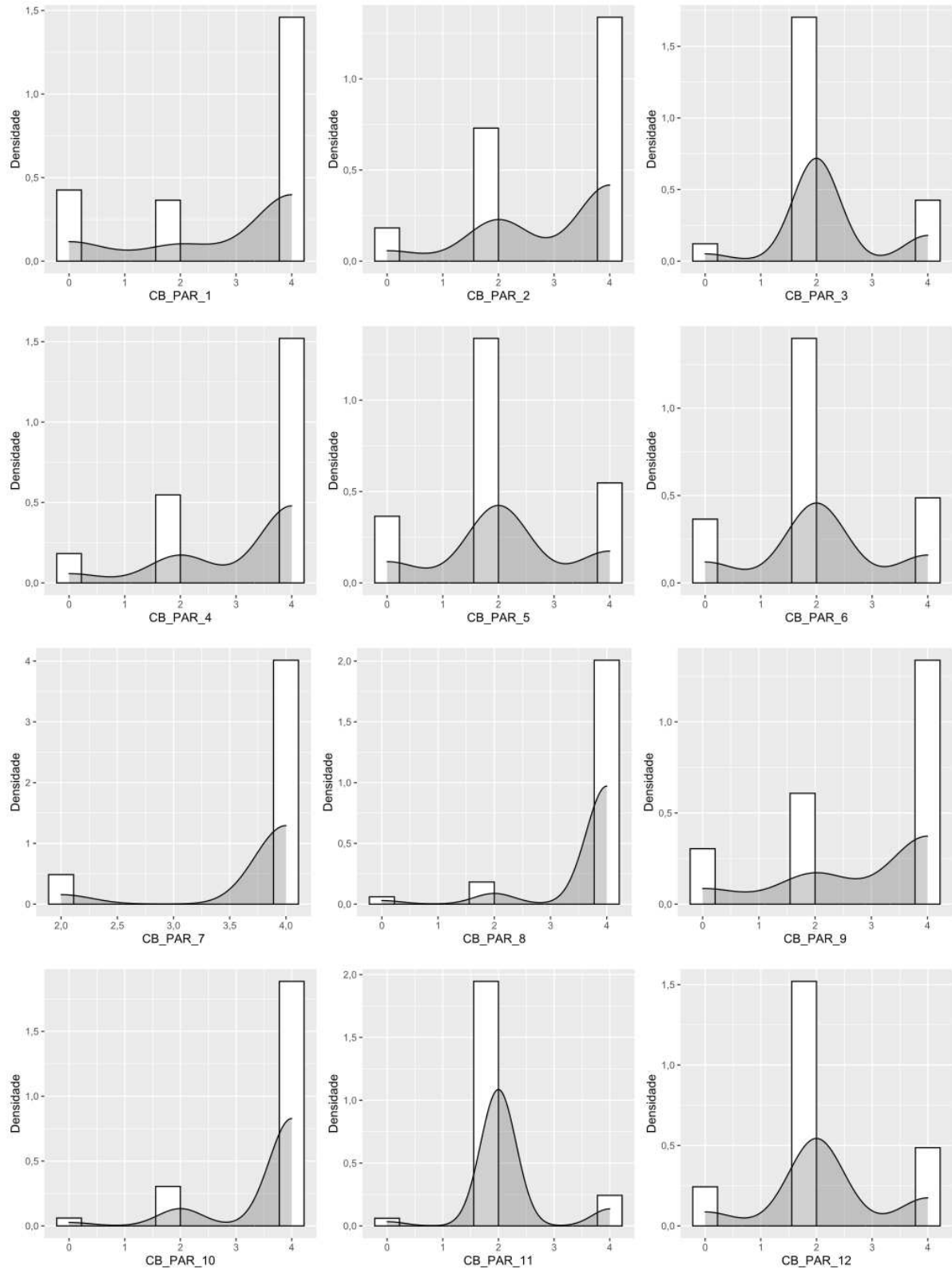
Teste de Shapiro-Wilk	CB	CC	RE ¹	CM
PARÂMETRO 1	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 2	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 3	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 4	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 5	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 6	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 7	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 8	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 9	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 10	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 11	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 12	0,000	0,000	0,000	0,000
PARÂMETRO 13	0,000	0,000	0,000	0,000
PONTUAÇÃO TOTAL	0,083	0,140	0,015	0,492

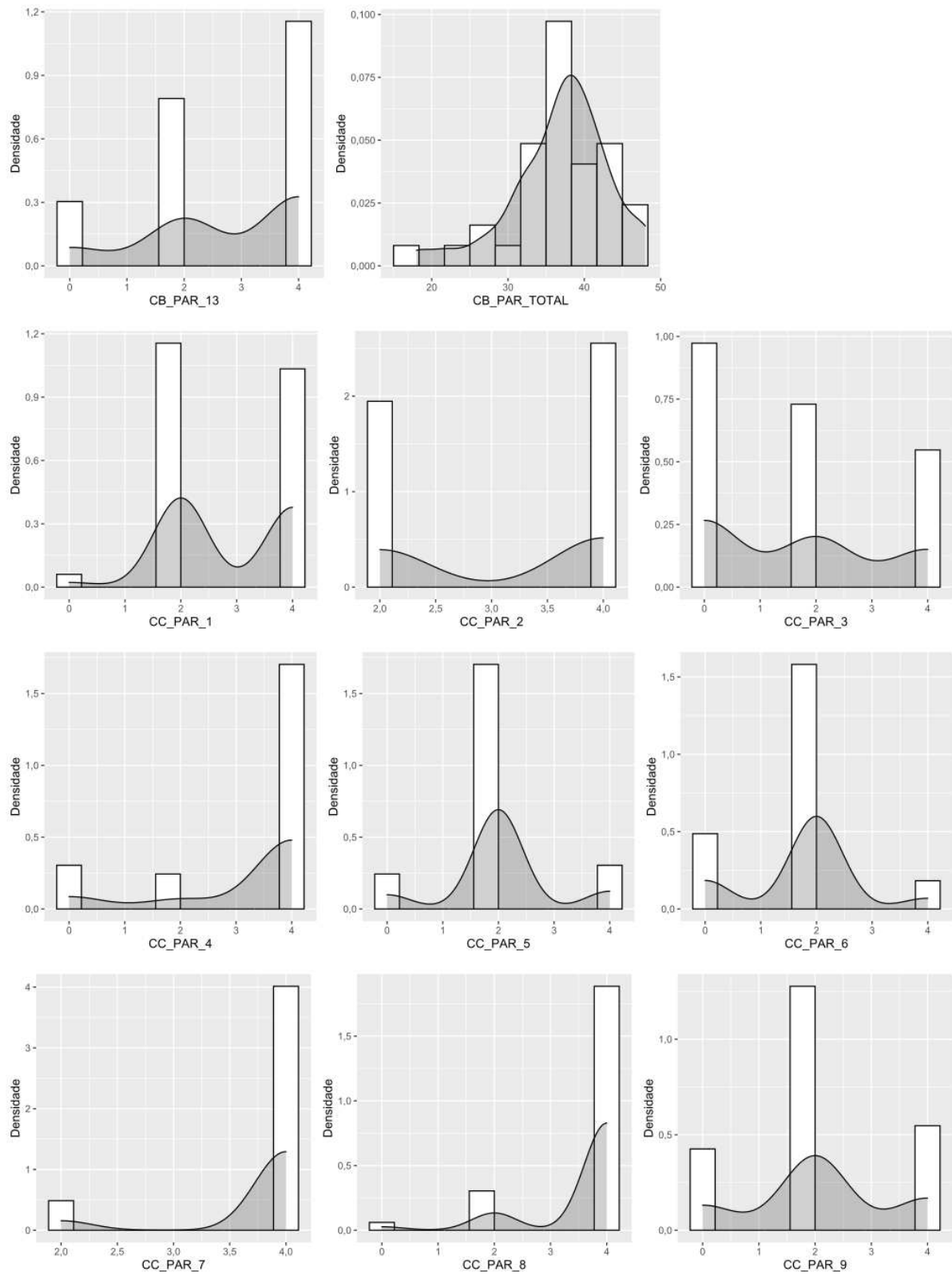
Nota: ¹valor-p < 0,05 na variável Pontuação Total do Ribeirão Estiva.

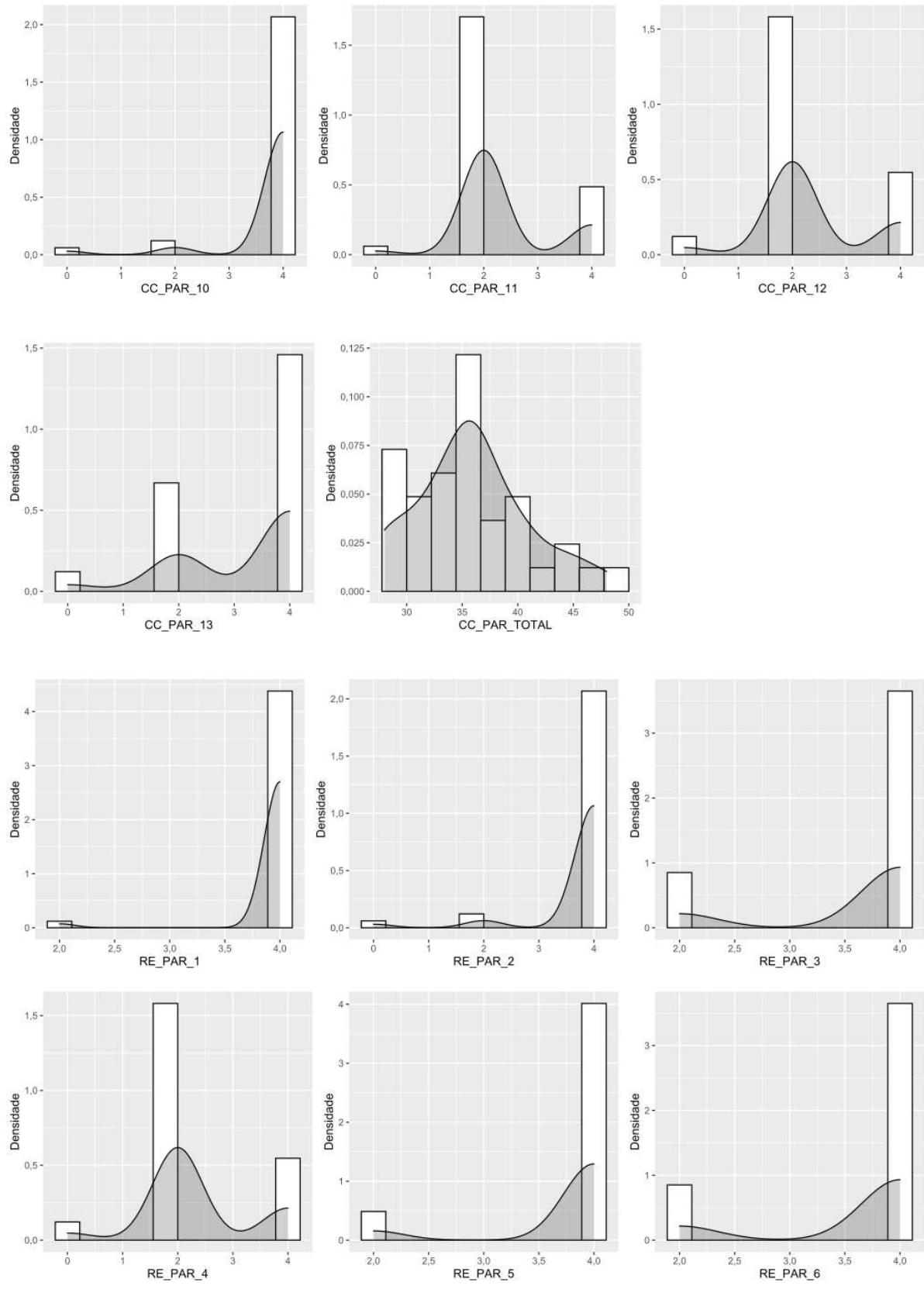
Legenda: CB = Córrego Batatal; CC = Córrego Curralinho; RE = Ribeirão Estiva; CM = Córrego Mosquito.

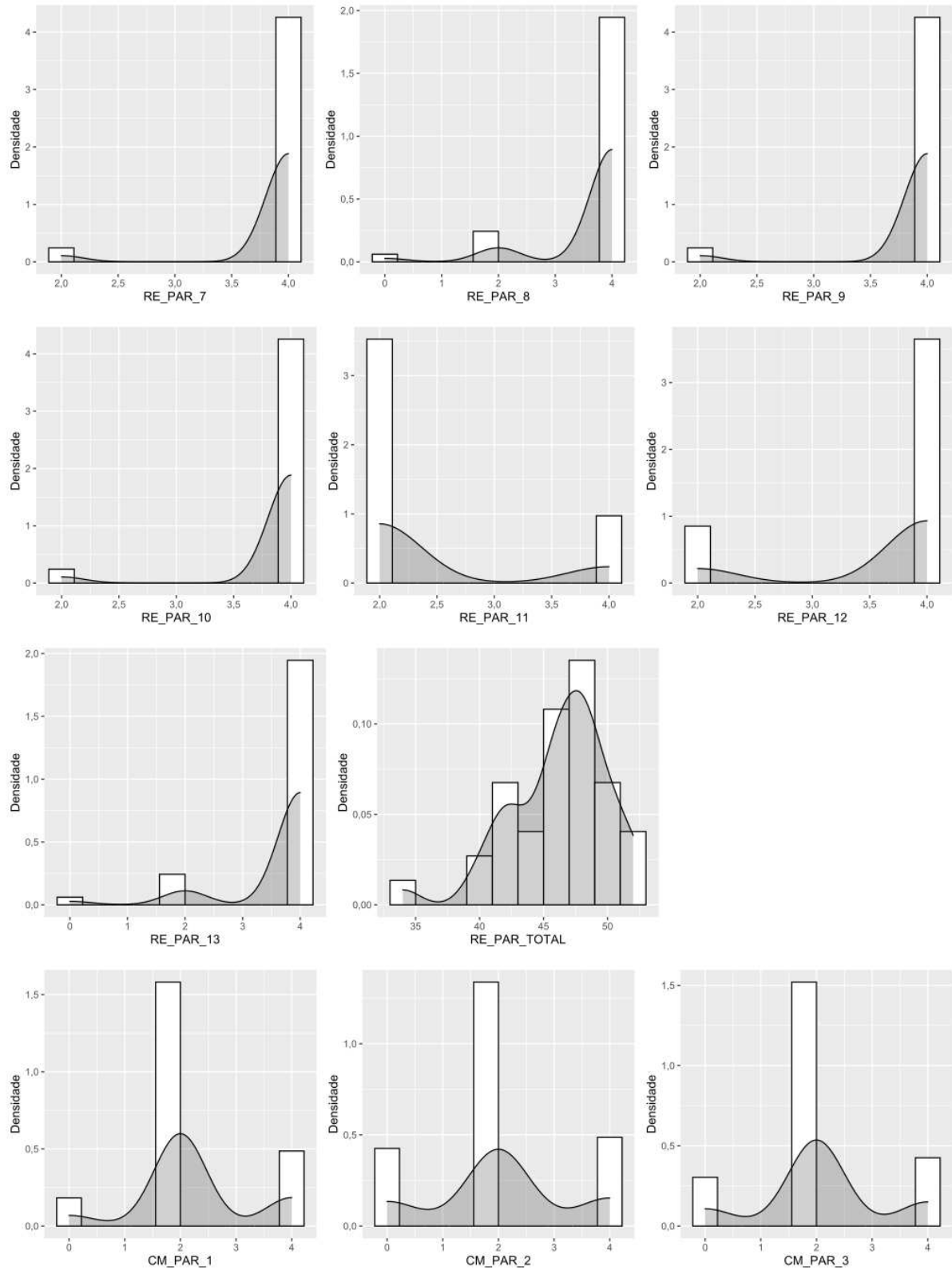
Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

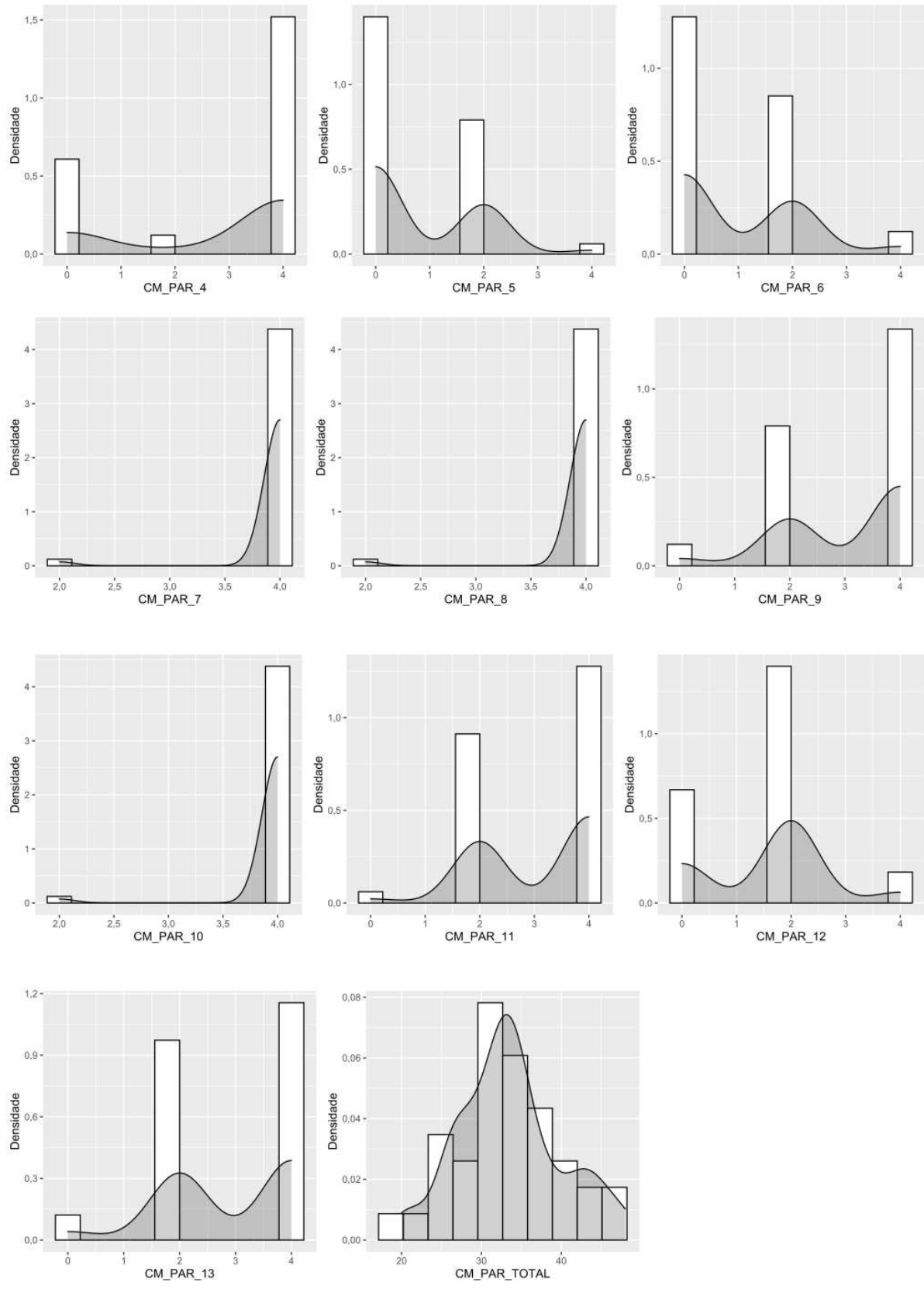
APÊNDICE D - HISTOGRAMAS DAS VARIÁVEIS DO TESTE DE NORMALIDADE











APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM HABITATS DE RIACHOS: Avaliação Utilizando Produtores Rurais”**. Nesta pesquisa pretendemos verificar o desempenho dos produtores rurais voluntários na avaliação das condições ambientais de riachos em trechos dos Córrego Batatal e Córrego Curralinho, Igarapé – MG, para dar respaldo à gestão participativa da comunidade rural em ações de monitoramento ambiental em microbacias hidrográficas. O motivo que nos leva a desenvolver o presente estudo é que a análise dos resultados na utilização do Protocolo de Avaliação Rápida por produtores rurais se faz necessária para verificar se os resultados a serem obtidos pelos produtores terão grau de precisão adequado, desta forma irá respaldar o uso de produtores rurais nas ações de monitoramento e conservação ambiental em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e áreas protegidas de uso sustentável, como forma de se reduzir custos e visando a integração mais profunda e empoderamento da comunidade local nas ações de preservação ambiental. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos:

Sua participação nesta pesquisa consistirá na participação em um treinamento (caso necessário) e na aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) nos trechos pré-determinados dos córregos Batatal e Curralinho, Igarapé – MG, e no preenchimento do Questionário de pós-avaliação. A aplicação do protocolo nos córregos e o preenchimento do Questionário após avaliação deverá levar, em média, 02 (duas) horas e o treinamento, se for preciso, deverá levar em média 01 (uma) hora.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: **a)** cansaço, aborrecimento ou constrangimento ao responder questionários; **b)** desconforto, constrangimento ou

alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo; **c)** quebra de sigilo e confidencialidade; **d)** caminhar pelo ambiente (margem do córrego) enquanto preenchem a ficha de avaliação visual. Para minimização dos riscos envolvidos na pesquisa, serão tomadas as seguintes providências: **a)** as perguntas do questionário foram elaboradas visando não constranger ou aborrecer o voluntário, bem como visando não exigir grande esforço mental para respondê-lo, além disso o voluntário poderá se recusar a responder parcialmente ou integralmente qualquer questionário; **b)** o voluntário não será obrigado a participar de qualquer gravação de vídeo ou fotografia, tendo liberdade de se recusar a participar de qualquer etapa da pesquisa; **c)** qualquer material da pesquisa que possua dados pessoais dos voluntários somente será manuseado pelos pesquisadores e não haverá qualquer divulgação dos nomes dos participantes, assim como os Questionários e a cópia do Termo De Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE) de cada voluntário será arquivado em local de acesso restrito, seguro, de forma a garantir o não vazamento de qualquer informação pessoal dos voluntários; **d)** os voluntários serão orientados a todo momento sobre os locais corretos e seguros por onde eles irão passar e para ficarem parados quando estiverem escrevendo alguma coisa na ficha. A pesquisa contribuirá para avaliar a possibilidade do uso da comunidade rural no monitoramento e preservação dos recursos hídricos, tão importantes para os diversos usos da população.

Deixaremos contato telefônico com os voluntários para caso o participante tenha interesse em saber sobre os resultados da pesquisa.

Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Quaisquer eventuais custos relativos à sua participação voluntária neste estudo serão de inteira responsabilidade do pesquisador. Diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr.(a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua

disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) *campus* Florestal e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 05 (cinco) anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, eles serão destruídos.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM HABITATS DE RIACHOS: Avaliação Utilizando Produtores Rurais” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome do Pesquisador Responsável: Wender Lucas de Almeida.

Vínculo Institucional: Mestrando do Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários – Universidade Federal de Viçosa (UFV) *campus* Florestal.

Endereço: Rua Manacá, nº 271, Bairro Laranjeiras, Betim-MG.

Telefone: (31) 99196-0738.

Email: wender.almeida@ufv.br

Nome do Orientador: Hygor Aristides Victor Rossoni.

Vínculo Institucional: Docente/Pesquisador da Universidade Federal de Viçosa (UFV)
campus Florestal.

Endereço: Rua Antônio Marinho, nº178. Centro – Florestal-MG.

Telefone: (31) 3536-2872

Email: rossoni@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa,
você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa

Edifício Arthur Bernardes, piso inferior

Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário

Cep: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31)3612-2316

Email: cep@ufv.br

www.cep.ufv.br

Viçosa, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE F - COMPARAÇÃO DAS VARIÂNCIAS DENTRO DE CADA GRUPO

Variáveis		N	Média	D.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Valor-p ¹
Córrego Batatal	GrupoP	195	2,81	1,34	2,00	4,00	4,00	0,858
	GrupoT	143	2,80	1,26	2,00	2,00	4,00	0,062
	GrupoNT	143	2,91	1,32	2,00	4,00	4,00	0,823
Córrego Curralinho	GrupoP	195	2,84	1,28	2,00	4,00	4,00	0,934
	GrupoT	143	2,87	1,13	2,00	2,00	4,00	0,469
	GrupoNT	143	2,55	1,52	2,00	2,00	4,00	0,506
Ribeirão Estiva	GrupoP	195	3,66	0,78	4,00	4,00	4,00	0,982
	GrupoT	143	3,62	0,79	4,00	4,00	4,00	0,206
	GrupoNT	143	3,34	1,06	2,00	4,00	4,00	0,195
Córrego Mosquito	GrupoP	195	2,38	1,61	2,00	2,00	4,00	0,747
	GrupoT	143	2,43	1,47	2,00	2,00	4,00	0,188
	GrupoNT	143	2,99	1,28	2,00	4,00	4,00	0,196

Nota: ¹ Teste Fligner-Killeen.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado; N = produto entre o número de parâmetros e o número de voluntários do grupo; D.P. = Desvio Padrão; 1ºQ = 1º Quartil; 2ºQ = 2º Quartil (mediana); 3ºQ = 3º Quartil.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

**APÊNDICE G - COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS DAS VARIÁVEIS CATEGÓRICAS
ENTRE OS GRUPOS – QUESTIONÁRIO POSTERIOR**

Variáveis		GrupoP	GrupoT
		Valor-p ¹	
Sexo	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,328	-
	GrupoNT	0,328	1,000
Escolaridade	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,001	-
	GrupoNT	0,000	0,082
Tempo gasto na aplicação	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,622	-
	GrupoNT	0,066	0,622
Teve dificuldade na aplicação	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,930	-
	GrupoNT	0,954	0,954
Utilizar protocolos integra a sociedade	GrupoP	-	-
	GrupoT	1,000	-
	GrupoNT	0,190	0,429
Instruções facilitaram	GrupoP	-	-
	GrupoT	1,000	-
	GrupoNT	1,000	1,000
Qualquer pessoa poderia fazer uma avaliação através de protocolos	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,158	-
	GrupoNT	0,583	0,725
Sentiu motivado a participar de programas de monitoramento	GrupoP	-	-
	GrupoT	1,000	-
	GrupoNT	1,000	1,000
Dificuldade no parâmetro 1	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,347	-
	GrupoNT	0,947	0,947
Dificuldade no parâmetro 2	GrupoP	-	-
	GrupoT	-	-
	GrupoNT	0,833	1,000
Dificuldade no parâmetro 3	GrupoP	-	-
	GrupoT	1,000	-
	GrupoNT	1,000	1,000
Dificuldade no parâmetro 4	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,421	-
	GrupoNT	0,056	0,421
Dificuldade no parâmetro 5	GrupoP	-	-
	GrupoT	0,986	-
	GrupoNT	0,986	-
Dificuldade no parâmetro 6	GrupoP	-	-
	GrupoT	1,000	-

	GrupoNT	1,000	-
	GrupoP	-	-
Dificuldade no parâmetro 7	GrupoT	0,783	-
	GrupoNT	-	0,783
	GrupoP	-	-
Dificuldade no parâmetro 12	GrupoT	1,000	-
	GrupoNT	1,000	1,000
	GrupoP	-	-
Dificuldade no parâmetro 13	GrupoT	0,800	-
	GrupoNT	0,515	0,800

Nota: ¹ Teste Exato de Fisher.

Legenda: Grupo P = grupo de profissionais; Grupo T = grupo treinado; Grupo NT = grupo não treinado.

Fonte: Wender Lucas de Almeida (2022).

ANEXO I - PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UM PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM HABITATS DE RIACHOS: Avaliação Utilizando Produtores Rurais

Pesquisador: HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 51987521.0.0000.5153

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas Florestal

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.175.395

Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Ciências Exatas e da Terra

As informações elencadas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivo da Pesquisa” e “Avaliação dos Riscos e Benefícios” foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_XXXXXXXXXX) e/ou do Projeto Detalhado:

1. RESUMO: Os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) para avaliação de habitat são utilizados em programas de monitoramento biológico de riachos pelas agências ambientais americanas desde o final da década de 80 e foram criados como ferramentas para possibilitar avaliações ambientais rápidas de baixo custo e fácil aplicação (SILVEIRA, 2004). Projetos envolvendo Pagamento Por Serviços Ambientais (PSA), como o Produtor de Águas da ANA, necessitam de avaliações e monitoramento periódico das ações executadas, conforme verifica-se na Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 que institui Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. A metodologia a ser aplicada consiste na separação de três grupos avaliadores, cada um com 10 integrantes (30 no total). O primeiro grupo será composto por profissionais com formação na área ambiental, o segundo grupo será composto por produtores rurais do município que passarão por

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

treinamento prévio sobre os aspectos da ficha de avaliação visual de habitat e o terceiro grupo também composto por produtores não receberá treinamento. O objetivo deste estudo é verificar o desempenho dos produtores rurais em comparação com os profissionais com formação na área ambiental na avaliação de habitat de riacho dos pontos de estudo, utilizando-se o método PAR, para subsidiar a gestão participativa da comunidade rural em ações de monitoramento ambiental em microbacias hidrográficas.

2. METODOLOGIA: Revisão Sistemática da Literatura: Serão realizadas buscas por publicações utilizando as Plataformas Periódicos CAPES e SciELO, com o objetivo de obter artigos de publicação científica vinculados ao tema objeto da revisão bibliográfica, que será “Avaliação De Habitat de Riacho Com a Utilização de Protocolos de Avaliação Rápida”. Para tanto, serão utilizadas as seguintes palavras-chave de busca: Protocolo de avaliação rápida, Avaliação ambiental, Monitoramento de córregos, Recursos hídricos, Bacia Hidrográfica. O processo de seleção dos artigos a serem obtidos na pesquisa para compor o referencial teórico seguirá as diretrizes preconizadas no fluxograma de análise das diferentes fases de elaboração de uma revisão sistemática da Recomendação PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises), conforme modelo proposto por MOHER et al. 2009.

Protocolo de Avaliação Rápida: Será aplicado um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) por voluntários em uma área que será dividida em 02 quadrantes de 50m x 60m (30m margem direita e 30m margem esquerda) no Córrego Batatal e mais 02 quadrantes de mesmo tamanho no Córrego Curralinho, ambos em Igarapé - MG. Os trechos de alocação dos quadrantes em cada córrego serão escolhidos visando variação do gradiente de conservação. No presente estudo será utilizada a metodologia adaptada do trabalho realizado por Hannaford et al. (1997), consistindo na separação de três grupos avaliadores, cada um com 10 integrantes (30 no total). O primeiro grupo composto por profissionais com formação na área ambiental. O segundo (10 integrantes) e o terceiro grupo (igualmente 10 integrantes) será composto por produtores rurais do município, preferencialmente da região de aplicação do PAR, incluindo os produtores participantes do projeto produtor de águas denominado Guardiã dos Igarapés executado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé. Um grupo de produtores rurais passará por treinamento prévio sobre ecologia de riachos e sobre os parâmetros da ficha de avaliação visual de habitat que será utilizada e o outro grupo de produtores rurais não receberá treinamento assim como o grupo de profissionais com formação na área ambiental. O protocolo a ser utilizado no estudo será embasado na pesquisa de Callisto et al. (2002) e Pedroso e Colesanti (2017), que por sua vez se

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

basearam nos protocolos de Hannaford et al. (1997) e da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (OHIO EPA, 1987).

Cálculo do IQA: Com os resultados das análises das campanhas de monitoramento dos Córregos Batatal e Curralinho executadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé através do Projeto Produtor de Águas denominado "Guardião dos Igarapé" nos pontos que coincidem com os locais de aplicação do PAR, será efetuado cálculo do índice de Qualidade da Água – IQA, conforme metodologia praticada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, que se baseia no IQA desenvolvido através do estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, o qual incorpora 09 (nove) Parâmetros, com seus respectivos pesos (w_i), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (IGAM, 2018).

Avaliação Do Desempenho Dos Participantes: Logo após a aplicação do PAR pelos voluntários do estudo, será solicitado a eles que respondam um questionário composto por 11 (onze) itens, no intuito de se verificar o desempenho e a opinião de cada voluntário sobre sua participação no experimento, para análise da adequação do PAR em ações de monitoramento participativo dos recursos hídricos e a necessidade ou não de se fazer algum ajuste metodológico para torna-lo mais funcional. Após respondido, o questionário será imediatamente recolhido pelo monitor.

3. HIPÓTESES: A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para habitat de riacho, apresentará diferença significativa entre o grupo de produtores rurais com treinamento prévio em relação ao grupo de produtores sem treinamento, contudo não apresentará diferença significativa em relação ao grupo de profissionais com formação na área ambiental.

4. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO/EXCLUSÃO: produtores rurais da região de pesquisa que se dispuserem a participar voluntariamente da pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os pesquisadores,

Objetivo primário: Verificar o desempenho dos produtores rurais voluntários na avaliação de habitat de riacho dos pontos de estudo para subsidiar a gestão participativa da comunidade rural em ações de monitoramento ambiental em microbacias hidrográficas.

Objetivo secundário: I. Fazer a revisão sistemática da literatura sobre o tema "Avaliação de Habitat

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

de Riacho com a utilização de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)”, no intuito de compreender o estado da produção científica sobre os PARs, descrevendo as principais linhas de pesquisa, com enfoque na aptidão dos PARs em avaliações de habitat de riacho;

II. Realizar a avaliação visual de habitat em trechos dos riachos indicados neste trabalho, através da utilização de um Protocolo de Avaliação Rápida a ser executado por produtores rurais e profissionais com formação na área ambiental, classificando-os em ótima, boa, regular ou péssima condição ambiental;

III. Comparar os resultados obtidos pelos produtores rurais com os obtidos pelos profissionais com formação na área ambiental na aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida para verificar a possibilidade da utilização do referido PAR por produtores rurais no intuito de integrá-los mais profundamente às ações de monitoramento ambiental em projetos produtores de águas com foco na gestão participativa dos recursos hídricos e ciência cidadã;

IV. Elaborar produto técnico de cunho didático e instrucional para a divulgação da técnica de avaliação e monitoramento participativo de recursos hídricos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma os seguintes Riscos: Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: a) cansaço, aborrecimento ou constrangimento ao responder questionários; b) desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo; c) quebra de sigilo e confidencialidade; d) caminhar pelo ambiente (margem do córrego) enquanto preenchem a ficha de avaliação visual. Para minimização dos riscos envolvidos na pesquisa, serão tomadas as seguintes providências: a) as perguntas do questionário foram elaboradas visando não constranger ou aborrecer o voluntário, bem como visando não exigir grande esforço mental para responde-lo, além disso o voluntário poderá se recusar a responder parcialmente ou integralmente qualquer questionário; b) o voluntário não será obrigado a participar de qualquer gravação de vídeo ou fotografia, tendo liberdade de se recusar de participar de qualquer etapa da pesquisa; c) qualquer material da pesquisa que possua dados pessoais dos voluntários somente será manuseado pelos pesquisadores e não haverá qualquer divulgação dos nomes dos participantes, bem como os Questionários e a cópia do Termo de Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE) de cada voluntário será arquivado em local de acesso restrito, seguro, de forma a garantir o não vazamento de qualquer informação pessoal dos voluntários; d) os voluntários serão orientados a todo momento sobre os locais corretos e seguros por onde eles iram passar e para ficarem parados quando estiverem escrevendo alguma coisa na ficha.

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

E os seguintes Benefícios: A pesquisa contribuirá para avaliar a possibilidade do uso da comunidade rural no monitoramento e preservação dos recursos hídricos tão importantes para os diversos usos da população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores propõe a aplicação presencial de um roteiro de perguntas após observação de uma situação in loco; trata-se de um estudo unicêntrico; não há patrocinador ou instituição coparticipante; serão envolvidos 30 participantes e a pesquisa tem início previsto para dezembro de 2021 e término em março de 2022

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os documentos apresentados pelo pesquisador:

1. Formulário online da Plataforma Brasil: em conformidade;
2. Cronograma: em conformidade;
3. Orçamento: em conformidade;
4. Folha de rosto: em conformidade;
5. Projeto de pesquisa: em conformidade;
6. Instrumentos de coleta de dados: em conformidade;
7. Termo de Sigilo e Confidencialidade de Dados: em conformidade;
8. TCLE: em conformidade.

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

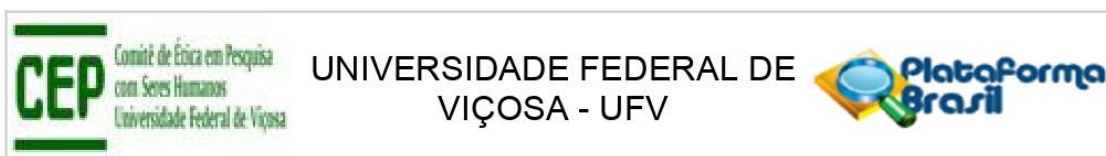
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1828428.pdf	18/11/2021 21:42:23		Aceito
Outros	Carta_Resposta_modificado.pdf	18/11/2021 21:33:53	wender lucas de almeida	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	18/10/2021 21:44:21	wender lucas de almeida	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_modificado.pdf	18/10/2021 21:20:42	wender lucas de almeida	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_modificado.pdf	18/10/2021 21:20:05	wender lucas de almeida	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	18/10/2021 21:19:10	wender lucas de almeida	Aceito
Outros	QUESTIONARIO.pdf	20/09/2021 00:34:51	HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	20/09/2021 00:31:55	HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	20/09/2021 00:29:26	HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	20/09/2021 00:27:30	HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	20/09/2021 00:26:30	HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.175.395

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 17 de Dezembro de 2021

Assinado por:
Guilherme de Azambuja Pussieldi
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

**ANEXO II – AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS DAS
CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO PROJETO
GUARDIÃO DOS IGARAPÉS**



IGARAPÉ
Município de Igarapé




**AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE
MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO PROJETO GUARDIÃO DO
IGARAPÉS**



Eu, **Wender Lucas de Almeida**, Biólogo efetivo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé, matrícula nº 11398, RG nº MG 11.115.127, aluno regularmente matriculado no **Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da Universidade Federal de Viçosa Campus Florestal**, solicito a Vossa Senhoria **AUTORIZAÇÃO** para utilizar os resultados dos laudos das campanhas de monitoramento da qualidade da água do projeto produtor de águas denominado "Guardião dos Igarapés", que serão utilizados por mim para fins acadêmicos e científicos referentes à elaboração da minha dissertação de mestrado e artigo(s) científico(s) ligados a minha pesquisa.

Igarapé, 10 de janeiro de 2023.


Wender Lucas de Almeida

AUTORIZAÇÃO

**Autorização Para Utilização Dos Resultados Das Campanhas De Monitoramento
De Qualidade Da Água Do Projeto GuardiãO Dos Igarapés**

() Não autorizo o uso dos dados solicitados.

(X) **Autorizo o uso dos dados solicitados**, desde que não sejam utilizadas informações confidenciais e de identificação de proprietários rurais participantes do Projeto GuardiãO dos Igarapés ou outro dado que tenha restrição de divulgação devido à sua natureza jurídica. Salienta-se que esta autorização não implica na formalização de direito a titularidade dos dados solicitados que são de posse da Prefeitura Municipal de Igarapé.

Igarapé, 10 de janeiro de 2023.


Isaias de Barros Abreu
Secretário Municipal de Meio Ambiente

**ANEXO III – DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE DOS TESTES ESTATÍSTICOS
EM RELAÇÃO AOS DADOS E AO DELINEAMENTO AMOSTRAL, EMITIDA POR
CONSULTORIA ESPECIALIZADA**

Declaração

Declaro que os testes estatísticos aplicados foram adequados ao tipo de dados da pesquisa e ao delineamento amostral.

Belo Horizonte, 3 de janeiro de 2023.

Luana Silveira dos Santos

CONRE 10363

CPF 11275604684