



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus
Urutaí**

**Programa de Pós-Graduação em Conservação de
Recursos Naturais do Cerrado**

**AVARIOS: DESENVOLVIMENTO DE UM
APLICATIVO MÓVEL PARA AVALIAÇÃO
RÁPIDA DE RIOS E RIACHOS**

JÉSSICA RAYANE AZEVÊDO LACERDA BRAGA

Orientador(a): Prof. Dr. André Luis da Silva Castro

Urutaí, novembro de 2022



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Reitor

Prof. Dr. Elias de Pádua Monteiro

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação

Prof. Dr. Alan Carlos da Costa

Campus Urutaí
Diretor Geral

Prof. Dr. Paulo César Ribeiro Cunha

Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva

**Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do
Cerrado**

Coordenador

Prof. Dr. Débora Astoni Moreira

Urutaí, novembro de 2022

JÉSSICA RAYANE AZEVÊDO LACERDA BRAGA

**AVARIOS: DESENVOLVIMENTO DE UM
APLICATIVO MÓVEL PARA AVALIAÇÃO RÁPIDA
DE RIOS E RIACHOS**

Orientador(a)

Prof. Dr. André Luis da Silva Castro

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano –
Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais
do Cerrado para obtenção do título de Mestre.

Urutaí (GO)
2022

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo:

Nome Completo do Autor: **Jéssica Rayane Azevêdo Lacerda Braga**

Matrícula: **2020101330940073**

Título do Trabalho: **Avarios: desenvolvimento de um aplicativo móvel para avaliação rápida de rios e riachos**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: **Trata-se da criação de um software (aplicativo móvel), o qual encontra-se em fase de registro junto ao NIT.**

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: **28/11/2024**

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí/GO, 25 de janeiro de 2023


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

ISSN XX-XXX-XXX

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

B813a Braga, Jéssica Rayane Azevedo Lacerda
Avarios: Desenvolvimento de um Aplicativo Móvel
para Avaliação Rápida de Rios e Riachos / Jéssica
Rayane Azevedo Lacerda Braga; orientador André Luis
da Silva Castro. -- Urutai, 2022.
49 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2022.

1. Conservação. 2. Água. 3. Parâmetro. 4. Qualidade
ambiental. 5. Recursos hídricos. I. Castro, André
Luis da Silva, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: Aplicativo de Celular para protocolo de Avaliação Rápida de Rios.

Orientador: Prof Dr. André Luís da Silva Castro

Autor: Jéssica Rayane Azevedo Lacerda Braga

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em **28 de novembro de 2022**, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof Dr. André Luís da Silva Castro- Orientador	IF Goiano - Campus Urutaí
Profª. Drª. Ariane Guimarães	Prefeitura de Ipameri
Prof. Dr. Guilherme Malafaia	IF Goiano - Campus Urutaí

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Andre Luis da Silva Castro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 07/12/2022 16:45:59.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 450817
Código de Autenticação: c9516baecb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTÁ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 88/2022 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e dois, às quatorze horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Jéssica Rayane Azevedo Lacerda Braga**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "Aplicativo de Celular para protocolo de Avaliação Rápida de Rios)". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. André Luís da Silva Castro**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu ao examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRA EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, na área de concentração em **Ciências Ambientais**, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. André Luís da Silva Castro	IF Goiano - Campus	Presidente

Profa. Dra. Ariane Guimarães	Urutaí Prefeitura de Ipameri	Membra externa
Prof. Dr. Guilherme Malafaia Pinto	IF Goiano - Campus Urutaí	Membro interno

Documento assinado eletronicamente por:

- Ariane Guimarães, Ariane Guimarães - Membro externo - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259), em 24/01/2023 23:46:15.
- Guilherme Malafaia Pinto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2022 20:48:25.
- Andre Luis da Silva Castro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/12/2022 16:44:58.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 450783
Código de Autenticação: 5fb027737d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900

*“Engraçado, como os seres humanos
usam e abusam da Terra e, quando ela
estremece ou reage, se ofendem e levantam
os punhos contra Deus.”*
(William P. Young)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois após o processo seletivo para o mestrado eu tinha certeza que eu não alcançaria a aprovação, mas apresentei a Deus em oração e Ele concedeu o desejo do meu coração.

Agradeço imensamente a meu orientador, Prof. Dr. André Luis da Silva Castro, por toda a sua paciência e compreensão comigo, já que eu mudei o tema algumas vezes, e por ter me encorajado a continuar nessa jornada quando eu quis desistir.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, o qual favoreceu o meu desenvolvimento acadêmico e a todos os professores/professoras e alunos do PPG-CRENAC, pelos ensinamentos que agregaram grandemente ao meu conhecimento.

Agradeço aos meus pais, por todo o incentivo, apoio e amor, principalmente a minha mãe, Mara Rúbia de Paula Azevedo Lacerda, meu exemplo de mulher forte e independente, que sempre me ensinou que a educação deve ser prioridade em nossa vida.

Agradeço profundamente ao meu irmão, Diego Azevedo Lacerda, pois sem ele o aplicativo móvel, produto desse trabalho, não teria sido criado.

Agradeço ao meu marido, Robson Pereira Braga pelo apoio, paciência, compreensão, carinho e amor.

Agradeço ao meu filho, Daniel Lacerda Braga, que foi gerado durante o caos da pandemia do Covid 19 e em meio ao meu curso de mestrado, pois por ele eu decidi me tornar uma pessoa e uma profissional melhor.

Agradeço à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Cidade Ocidental/GO, na pessoa da senhora Secretária Jéssica Gonçalves Soares, pela confiança em meu trabalho e pelo auxílio no desenvolvimento desse projeto.

Agradeço aos servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Mobilidade e Habitação que tiraram um tempinho do seu horário de trabalho para participarem e colaborarem na etapa de validação do aplicativo móvel.

SUMÁRIO

RESUMO.....	XV
ABSTRACT	XVI
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
2.1. DEFINIÇÃO DE INFORMAÇÕES E PARÂMETROS PARA INCLUSÃO NO APP	19
2.1.1 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO INSERIDOS NO APP.....	21
2.1.1 PONTUAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO	25
2.2. DESENVOLVIMENTO DO APP	26
2.3. VALIDAÇÃO DO APP.....	27
2.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO	27
2.3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E INFORMAÇÕES SOBRE AS CONDIÇÕES DO RIO	27
2.3.3 REALIZAÇÃO DA ETAPA DE VALIDAÇÃO	28
2.4. AVALIAÇÃO DO APP	29
2.5. ANÁLISES DOS DADOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.1. APP	30
3.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO EXECUTADA NO RIO SAIA VELHA.....	37
3.3. RESULTADOS DO FORMULÁRIO APLICADO COM OS PARTICIPANTES DA VALIDAÇÃO	39
3.3. ADEQUAÇÕES NO APP APÓS A VALIDAÇÃO	44
4. CONCLUSÃO.....	45
5. REFERÊNCIAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo Entidade Relacional do Banco de Dados.....	27
Figura 2. Localização e foto do ponto de avaliação do Rio Saia Velha, município de Cidade Ocidental, Goiás, para validação do APP.....	28
Figura 3. Instruções para uso do APP (A). Momento de realização das avaliações (B).	29
Figura 4. Detalhe dos ícones para acesso à tela minhas avaliações, instruções, glossário e explicações sobre o que se trata o APP	31
Figura 5. Telas de cadastro (A). Tela para login (B). Tela de realização do login (C).	31
Figura 6. Tela de caracterização inicial do local a ser avaliado (A). Solicitação de permissão de acesso ao local (B).	32
Figura 7. Tela de aviso para responder as perguntas conforme as condições ambientais do rio/riacho avaliado	33
Figura 8. Parâmetro 01	33
Figura 9. Parâmetro 02	33
Figura 10. Parâmetro 03	33
Figura 11. Parâmetro 04	34
Figura 12. Parâmetro 05	34
Figura 13. Parâmetro 06	34
Figura 14. Parâmetro 07	34
Figura 15. Parâmetro 08	35
Figura 16. Parâmetro 09	35
Figura 17. Parâmetro 10	35
Figura 18. Tela inicial contendo os registros.....	36
Figura 19. Tela da plataforma de aprovação pelo administrador	36
Figura 20. Site para acesso aos resultados	37
Figura 21. Resultados da classificação do Rio Saia Velha, realizada pelos usuários técnicos	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Parâmetro 01: Ocupação das margens do rio/riacho.....	21
Quadro 2. Parâmetro 02: Estabilidade das margens.....	21
Quadro 3. Parâmetro 03: Alterações antrópicas no canal fluvial.....	22
Quadro 4. Parâmetro 04: Resíduos sólidos (lixo)	22
Quadro 5. Parâmetro 05: Esgoto doméstico ou industrial.....	23
Quadro 6. Parâmetro 06: Substratos e/ou habitat.....	23
Quadro 7. Parâmetro 07: Sedimentos no fundo do rio/riacho.....	24
Quadro 8. Parâmetro 08: Deposição de sedimentos.....	24
Quadro 9. Parâmetro 09: Animais.....	24
Quadro 10. Parâmetro 10: Largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios e riachos)	25
Quadro 11. Categorização das condições ambientais do PAR.....	25
Quadro 12. Questionário aplicado com os envolvidos na avaliação.....	29
Quadro 13. Resultados da avaliação realizada pelos usuários (n=20), com o percentual de resposta (%) e frequência absoluta (N).....	37
Quadro 14. Sugestões e críticas emitidas por alguns avaliadores para as perguntas dos questionários.....	40

LISTA DE ABREVEATURAS, SIGLAS

APP	Aplicativo
EPA	Environmental Protection Agency
GO	Goiás
PAR	Protocolos de Avaliação Rápida de Rio
PARU	Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos
SiBBr	Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira

RESUMO

A poluição tornou-se uma das consequências mais preocupantes da atualidade, o que tem gerado escassez de recursos naturais e tem comprometido o equilíbrio dos ecossistemas. Tem-se evidenciado também a crescente necessidade de monitorar as alterações ambientais e avaliar seus impactos sobre os ecossistemas fluviais. Por isso, visando monitorar tais alterações, foram criados os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR). Assim, o objetivo do presente trabalho é apresentar um aplicativo (APP) de celular denominado AvaRios, criado a partir do PAR desenvolvido por Campo (2020) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), com o intuito de classificar o estado de conservação dos recursos hídricos, de maneira que os dados gerados possam auxiliar pesquisadores, estudantes e comunidade em geral, através de um banco de dados. Isso contribui para Ciência Cidadã, e para tomada de decisões de governos, concessionárias e outros segmentos da sociedade na recuperação de rios e riachos. O AvaRios foi desenvolvido para ser utilizado no sistema Android e no IOS e poderá ser usado por qualquer cidadão que tenha interesse em contribuir com a conservação dos recursos hídricos. O APP poderá ser aplicado na avaliação de rios de pequeno e médio porte e riachos e em qualquer bioma. Foi adaptado um PAR para inserção no APP com base em referências bibliográficas sobre o tema. Foi realizada validação do APP através da sua aplicação em um trecho do Rio Saia Velha, localizado no município de Cidade Ocidental/GO, e por meio de realização de formulário específico com os avaliadores selecionados para validação. Os resultados apresentaram divergências na interpretação de alguns critérios, contudo, o resultado geral indica que a utilização do aplicativo será muito satisfatória.

Palavras-chave: Conservação, água, parâmetro, qualidade ambiental, recursos hídricos.

ABSTRACT

Pollution has become one of the most worrisome consequences currently, which has been depleting our natural resources and compromising the balance in our ecosystems. It has been also noticed the growing need for the observation of environmental alterations and how they impact the water systems within the area. In order to observe such alterations, they created the Fast Evaluation of Rivers Protocol (PAR in Portuguese). With that being said, the goal of this paper is to present a phone application named AvaRios, created from the PAR developed by Campo (2020) and Guimarães, Rodrigues and Malafaia (2012), with the intention to classify the conservation state of water resources in a way that all data that is generated would be able to assist researchers, students and the community. That contributes for the local government to make better scientific decisions when it comes to revitalizing rivers and creeks. AvaRios is compatible with Android and IOS and it can be used by any citizen with an interest in protecting water resources. The app can be utilized in evaluating rivers of medium and small sizes and creeks in any biome. A PAR was adapted to be inserted in the app based on bibliographic references about the subject. The app was validated by being used in a segment of the Saia Velha River located in Cidade Ocidental – GO and by analyzing a specific form with evaluators selected to validate its effectiveness. The results showed divergences in the interpretation of some criteria although, the general result indicates that the app performance will be satisfactory.

Keywords: Conservation, water, parameter, environmental quality, water resources.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida. O homem a utiliza para atender suas necessidades biológicas, como também para a realização de diversas atividades. Entretanto, com o processo de urbanização, as características dos ambientes naturais foram fortemente alteradas, trazendo consequências indesejáveis, como: a perda da capacidade de suporte da vida aquática, a redução da qualidade da água, a redução da quantidade de água devido aos seus usos e a alterações na geomorfologia local, além das indesejáveis doenças de veiculação hídrica (COSTA DA, et al., 2019). Diante do exposto, tem-se evidenciado a crescente necessidade de monitorar as alterações ambientais e avaliar seus impactos sobre os ecossistemas fluviais. A avaliação ambiental dos rios, como instrumento de monitoramento destes ecossistemas, tem viabilizado subsídios relevantes para uma análise integrada da qualidade dos mesmos (RODRIGUES et al., 2012).

Até 1970, nos Estados Unidos, o monitoramento ambiental era balizado nas análises quantitativas, geralmente, realizadas através da medição de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, que são importantes para o estabelecimento de indicadores de potabilidade ou qualidade da água para o uso humano (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Contudo, os ecossistemas aquáticos são integrados por componentes e processos bem mais amplos do que uma análise focada apenas no componente água permite contemplar (CAMPOS; NUCCI, 2021). Porém, percebeu-se que a compreensão de todos esses componentes e processos, bem como da qualidade global do sistema, só é possível a partir de uma análise que integre todos os fatores inter-atuantes envolvidos. Assim, em meados de 1980, os órgãos ambientais perceberam a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos devido aos altos custos das pesquisas quantitativas. Dessa forma, em 1986, o órgão federal estadunidense Environmental Protection Agency (EPA), iniciou estudos a respeito da qualidade da água juntamente com outras agências de monitoramento de águas superficiais (FARIA; FERNANDEZ, 2019).

Neste sentido, uma ferramenta possível de ser utilizada para tais objetivos são os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs), pois proporcionam análises qualitativas não apenas de rios, como também dos ecossistemas que se inserem (BIZZO et al., 2014). Tais protocolos são constituídos por check-lists, baseados em perguntas que avaliam determinados parâmetros, tais como: estabilidade das margens, características do fluxo de água, substrato do fundo, alteração no canal do rio, frequência e extensão das corredeiras, qualidade dos remansos, presença de mata ciliar e grau de proteção oferecido ao ambiente pela cobertura

vegetal das margens (CALLISTO et al., 2002) e possibilitam atribuir uma pontuação do estado de conservação em que os rios se apresentam.

Assim, os PARs permitem a aquisição de informações que proporcionam o planejamento do uso e conservação dos recursos fluviais (RODRIGUES et al., 2012). Um diferencial desses protocolos é que podem ser aplicados tanto por profissionais da área ambiental como por estudantes ou voluntários, devidamente orientados, para que identifiquem as características do meio e apliquem o protocolo corretamente (BERSOT et al., 2015).

Além disso, os protocolos podem ser adaptados para diferentes regiões, biomas, ou fitofisionomia, como por exemplo o trabalho realizado por Guimarães et al. (2017) que adaptaram um PAR para avaliação de nascentes de veredas. Também o PAR pode ser adaptado para determinado público, como o protocolo que foi adequado e testado para uso de estudantes do ensino fundamental (GUIMARÃES et al., 2012). Cabe ressaltar ainda, o protocolo proposto por Campos e Nucci (2019), para avaliação de rios urbanos, que recebeu a denominação de protocolo de avaliação rápida de rios urbanos (PARU).

Essa participação da comunidade é conceituada como Ciência Cidadã, a qual consiste na parceria entre amadores e cientistas na coleta de dados para a pesquisa científica, com o uso de metodologias participativas desenvolvidas por cidadãos ou em colaboração com pesquisadores profissionais, visando ampliar a participação do público na gestão ambiental, na qual qualquer pessoa em qualquer lugar pode submeter as suas informações através de internet mediante aplicativos e celulares (SiBBR, 2022). É uma abordagem que, além de auxiliar na geração de dados para pesquisas e políticas públicas, é orientada à incorporação de preceitos democráticos por meio do saber fazer e da educação voltada à cidadania (PALMA, 2016).

A Ciência Cidadã surge como uma solução interessante e de custos reduzidos, com a participação de voluntários da comunidade no monitoramento dos corpos hídricos das regiões onde habitam, produzindo dados sobre a qualidade da água (PALMA, 2016). Concomitantemente, a comunidade envolvida no acompanhamento poderá estar cada vez mais vinculada no processo de vigilância sanitária e ambiental, estimulada a buscar melhorias quanto aos recursos hídricos.

Desse modo, a integração da comunidade no monitoramento dos recursos hídricos, por meio dos PARs, produz dados que retratam a qualidade dos ecossistemas fluviais ao longo do tempo. Esses dados podem ser úteis, pois detectam possíveis interferências antrópicas sobre fontes de água de uma determinada região, além de promover uma consciência ambiental nas

peças, quando usado como uma ferramenta de educação ambiental, despertando-as para a importância da manutenção dos recursos hídricos a disposição delas (RODRIGUES, 2008), oferecendo assim avaliações das condições biológicas do rio e de sua bacia, ou de outras sub-bacias em uma mesma região geográfica (HANNAFORD et al., 1997) e até mesmo auxiliam no alerta de acidentes ambientais.

Contudo, a realização do monitoramento através dos protocolos tem a subjetividade como uma característica inerente ao método. Diferente dos métodos de monitoramento da qualidade da água tradicionais, nos quais os valores dos parâmetros físico-químicos são obtidos através de aparelhos, não existe um aparelho que forneça uma pontuação para o atributo avaliado (CAMPOS, 2020). Fundamentado apenas na observação do meio, o resultado do PAR depende, sobretudo, dos conhecimentos que o avaliador possui e da sua capacidade de compreender os fenômenos e as alterações do local sob avaliação (RODRIGUES, 2008). Porém, esta subjetividade pode ser amenizada com o treinamento do avaliador, com a realização de capacitação ou com o acompanhamento parcial e de suporte de avaliadores mais experientes (CAMPOS, 2020).

Entretanto, do que adianta possuir dados levantados com os PARs, mas não ter uma forma de tornar acessível a consulta dos dados resultantes da aplicação de tais protocolos? Diante do exposto, a criação de aplicativo móvel e a participação da comunidade podem facilitar a formação de um banco de dados, possibilitando uma maior acessibilidade para os pesquisadores, estudantes, governantes (tomadores de decisão) e população em geral. Facilitaria também o serviço de consultoria ambiental, pois em muito deles se faz necessária a caracterização de cursos d'água e bacias hidrográficas. Além disso, o aplicativo poderia ser usado como instrumento de educação ambiental.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um aplicativo (APP) móvel denominado AvaRios, criado a partir do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios desenvolvido por Campo (2020) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), com intuito de classificar o estado de conservação dos recursos hídricos, de forma que os dados gerados possam auxiliar pesquisadores, estudantes e comunidade através de um banco de dados, contribuindo com a Ciência Cidadã, e também possa colaborar na tomada de decisão de governos, concessionárias e outros segmentos da sociedade na recuperação de rios e riachos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Definição de informações e parâmetros para inclusão no APP

A ferramenta PAR engloba uma série de atributos físicos, os quais são pontuados ao longo de um gradiente numérico, gerando o nível de perturbação do recurso hídrico em análise, baseado na inspeção visual ou em uma quantidade mínima de medidas (RADTKE, 2015).

Para fundamentar a seleção dos parâmetros para adaptação do protocolo a ser inserido no aplicativo, foi essencial a realização de uma revisão da literatura científica sobre a temática de qualidade das águas, recursos hídricos, e protocolos de avaliação rápida de rios. Essa revisão foi executada por meio de análise de artigos de periódicos científicos especializados, bem como em dissertações de mestrado e teses de doutorado, dispostos em acervo digital.

Os primeiros protocolos analisados foram o de Callisto et al. (2002) e de Rodrigues et al. (2008), por serem referências de diversos outros trabalhos. Posteriormente, verificaram-se outros protocolos, como os de Barbour, (1999); Lobo et al. (2011); Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Rodrigues et al. (2012); Neto et al., (2016); Pedroso e Colesantini, (2017) e Campos e Nucci (2019) e foi possível constatar algumas divergências na descrição dos atributos ou até mesmo dificuldades de avaliação de determinados parâmetros.

Assim, encontrou-se no trabalho desenvolvido por Campo (2020), o qual revisitou os PARs, que deram origem ao protocolo de Campos e Nucci (2019) – Rodrigues e Castro (2008) e Callisto et al. (2002) – e analisou mais dois outros, que propuseram adaptações destes também: Lobo et al. (2011) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), argumentos para adequação de um protocolo específico para ser inserido no APP. Priorizou-se a utilização de termos mais comuns e menos técnicos, contudo, sem perder o conceito principal, pensando na acessibilidade do protocolo.

Para o APP foram inseridos 10 parâmetros, com as devidas adaptações, com base nas avaliações de diferentes PARs, tomando-se como referências principais os PARs propostos por Campo (2020) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), sendo que os parâmetros selecionados foram: ocupação das margens do rio/riacho; estabilidade das margens; alterações antrópicas no canal fluvial; resíduos sólidos (lixo); esgoto doméstico ou industrial; substratos e/ou habitat disponíveis; sedimentos no fundo do rio/riacho; deposição de sedimentos; animais; e largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios e riachos).

Aos respectivos parâmetros, foram atribuídas pontuações correspondentes à categoria de sua condição ambiental, sendo essa condição associada a três prováveis pontuações: 4, 2 ou 0 pontos por parâmetro; onde 4 apresenta uma condição boa ou propícia do ambiente

analisado para o respectivo atributo; 2 dispõe de uma condição intermediária; e 0 indica uma condição ruim, deficiente.

2.1.1 Parâmetros de avaliação inseridos no APP

1) Ocupação das margens do rio/riacho

O tipo de ocupação das margens de um rio/riacho impacta direta ou indiretamente os sistemas fluviais. A mata ripária tem impacto positivo, enquanto outras maneiras de uso e ocupação da terra apresentam potencial de impactar de forma negativa, já que o uso do solo das margens do rio/riacho influencia diretamente o escoamento superficial das águas. Em suma, as águas pluviais, ao atingirem um solo impermeabilizado ou saturado, escoam sobre a superfície do mesmo, carregando consigo os sedimentos e outros materiais presentes no seu percurso até atingir um corpo d'água, podendo ocasionar o aumento da carga de poluentes que adentram o rio/riacho. Por isso é tão importante avaliar o parâmetro de ocupação das margens do rio/riacho (Quadro 1).

Quadro 1. Parâmetro 01: Ocupação das margens do rio/riacho

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Ocupação das margens do rio/riacho	A vegetação compreende toda (ou quase toda) a margem do rio/riacho e é composta principalmente por árvores grandes e médias	Mais da metade da margem tem solo exposto ou é ocupada por pastagem ou plantações ou estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, sistema viário etc.	A margem é ocupada prioritariamente por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, sistema viário etc.

2) Estabilidade das margens

O segundo parâmetro está relacionado com a estabilidade das margens do rio/riacho (Quadro 2). As margens mais íngremes são mais suscetíveis à erosão do que as suavemente inclinadas e, portanto, são consideradas instáveis; sinais de erosão incluem margens desmornadas, deslizamentos, barrancos, raízes expostas e solo exposto (ausência de vegetação) (BARBOUR et al., 1999).

Quadro 2. Parâmetro 02: Estabilidade das margens

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Estabilidade das margens	Margem estável, sem evidência de erosão, sem existência de deslizamento dos barrancos do rio/riacho	Margem moderadamente estável, com deslizamentos nas curvas ou erosão em menos da metade do trecho observado, um dos barrancos do rio/riacho está	Margem instável, com evidência de erosão em mais da metade de sua extensão, os barrancos dos rios/riachos, nas duas margens estão desmornando. Há muitos

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
		desmoronando	deslizamentos

3) Alterações antrópicas no canal fluvial

Os rios canalizados e retificados apresentam habitats naturais para peixes, macroinvertebrados e plantas muito menores do que os rios naturalmente sinuosos (BARBOUR et al., 1999). Além disso, a construção de barragens também gera modificações no leito fluvial à jusante das mesmas, tendo em vista que altera a vazão do rio, o transporte de sedimentos e a disponibilização de nutrientes. Assim, o parâmetro 03 (Quadro 3) avalia a ocorrência ou ausência de alterações antrópicas no canal fluvial.

Quadro 3. Parâmetro 03: Alterações antrópicas no canal fluvial

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Alterações antrópicas no canal fluvial	Ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como dragagens, pontes, diques e estabilização artificial das margens.	Presença de pontes com grande estrutura de sustentação, estruturas que dificultem o fluxo de água no rio (diques, tubos, etc.) ou de escoramento nas margens e evidências de dragagem.	O rio encontra-se retificado e canalizado, com as margens totalmente (ou quase totalmente) cimentadas

4) Resíduos sólidos (lixo)

O parâmetro 04 avalia a presença e a quantidade de resíduos sólidos (lixo) no leito e nas margens do rio/riacho (Quadro 4). A importância de avaliação desse parâmetro se deve ao fato do desenvolvimento das cidades propiciar a contaminação do ambiente, tendo em vista uma deficiente infraestrutura urbana, entre eles o acúmulo de resíduos sólidos (lixo) em vias públicas e sistemas de drenagem pluviais, que posteriormente serão carreados para os rios/riachos com o auxílio das chuvas, intensificando a poluição dos mananciais na proporção que os rios/riachos são utilizados como corpos receptores de lixo, que inadequadamente são depositados nas suas margens e leito (MUCELINI; BELLINI, 2008).

Quadro 4. Parâmetro 04: Resíduos sólidos (lixo)

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Resíduos sólidos (lixo)	Não se observam resíduos sólidos (lixo) no fundo nem nas margens do rio/riacho.	Existem resíduos sólidos (lixo) em pequena quantidade no fundo do rio/riacho ou nas margens. Podem estar concentrados em pequenas porções ou dispersos.	Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos (lixo) no fundo e/ou nas margens do rio/riacho.

5) Esgoto doméstico ou industrial

Este parâmetro está relacionado à presença de esgoto doméstico e/ou industrial (Quadro 5) no rio/riacho avaliado. Além de observar visualmente se há o lançamento de esgoto doméstico e/ou industrial, que pode ser constatado pela presença de canalizações e/ou de espuma, o avaliador deverá avaliar se há odor, o qual pode indicar a presença de poluição, oriunda de esgotos domésticos ou efluentes industriais, que também são fontes de óleos e graxas (CAMPOS; NUCCI, 2019).

Quadro 5. Parâmetro 05: Esgoto doméstico ou industrial

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Esgotos doméstico ou industrial	Não se observam canalizações, nem odor ou presença de espuma, mancha escura ou óleo na água ou sedimento.	Existem duas das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento.	Existem três ou mais das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento.

6) Substratos e/ou habitat disponíveis

O preenchimento do leito fluvial pela água define as condições de escoamento do leito fluvial, produzindo locais com mais ou menos substratos expostos disponíveis para a biota aquática (RODRIGUES et al., 2010). Quando a água não cobre o leito do rio, a quantidade de substratos para organismos aquáticos é limitada (BARBOUR et al., 1999). Assim, o parâmetro 06 tem como objetivo avaliar a existência de substratos e/ou habitat para a biota aquática (Quadro 6).

Quadro 6. Parâmetro 06: Substratos e/ou habitat

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Substratos e/ou habitat	Existem vários tipos e tamanhos de substratos e habitats estáveis para a biota aquática, tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas.	Existem poucos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, e não estão totalmente disponíveis.	Ausência de substratos e habitats estáveis disponíveis. Não existem galhos ou troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, ou estão soterrados.

7) Sedimentos no fundo do rio/riacho

O parâmetro 07 (Quadro 7) refere-se às mudanças no leito de fundo decorrentes da deposição de sedimentos, com encobrimento das rochas, pedregulhos, cascalho e raízes presentes no fundo do rio/riacho por sedimentos finos (argila, areia e silte), promovem a

diminuição da área de superfície disponível para macroinvertebrados e peixes, seja para abrigo, nascimento ou incubação de ovos (BARBOUR et al., 1999).

Quadro 7. Parâmetro 07: Sedimentos no fundo do rio/riacho

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Sedimentos no fundo do rio/riacho	Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio.	Boa parte do fundo do rio está coberto por lama ou areia, mas ainda é possível ver galhos, pedras, plantas aquáticas e habitats disponíveis em alguns trechos	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, cobrindo galhos, troncos, pedras. Não se observa abrigos naturais para os animais se esconderem ou se reproduzirem.

8) Deposição de sedimentos

O parâmetro 08 (Quadro 8) refere-se à quantidade de sedimento acumulado, que pode levar à formação de ilhas, barras de sedimentos e bancos de areia. Os altos níveis de deposição de sedimentos são sintomas de um ambiente instável e em constante mudança, inadequado para muitos organismos (BARBOUR et al., 1999). A deposição de sedimentos interfere ainda nas condições de escoamento do leito fluvial.

Quadro 8. Parâmetro 08: Deposição de sedimentos

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Deposição de sedimentos	Ausência de bancos de areia (feições deposicionais que podem aparecer na forma de ilhas ou de barras que se desenvolvem ao longo das margens). As águas correm sem interferências.	Os bancos de areia são extensos e podem interferir no escoamento da água no rio. A deposição de novos sedimentos mostra que os bancos estão se desenvolvendo.	Há muito sedimento depositado no rio/riacho, indicando alto nível de assoreamento. Os bancos de areia se estendem ao longo das margens e do rio/riacho e atrapalham o escoamento da água.

9) Animais

Os animais, principalmente aquáticos, são significantes indicadores das condições ecológicas do rio/riacho, torna-se então importante incluí-los como parâmetro de avaliação no APP, conforme disposto no Quadro 9. Somado a isso, os detritos orgânicos, em associação com as partículas inorgânicas, ofertam substratos variados para fixação e colonização de plantas e invertebrados, criando habitats favoráveis à reprodução, abrigo e refúgio para biota aquática (MACHADO, 2019).

Quadro 9. Parâmetro 09: Animais

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Animais	Observam-se com facilidade peixes, anfíbios (sapos, rãs	Observam-se apenas aves no rio ou nas margens.	Não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no rio ou

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
	ou pererecas), répteis ou insetos aquáticos,		margens.

10) Largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios e riachos)

As matas ripárias apresentam um conjunto de funções ecológicas importantes, além de intervir na erosão e deposição de sedimento, diminuindo o assoreamento dos rios/riachos, atuam como um amortecedor para os poluentes que adentram o sistema fluvial pelo escoamento superficial, influenciam na regulação do regime hídrico, reduzindo a intensidade dos extremos de estiagem e inundação, bem como fornecem entrada de nutrientes no rio (BARBOUR et al., 1999; CASTRO et. al, 2012,). Não só a presença ou ausência de vegetação, mas também o tipo de formação vegetacional, o estado de conservação e a largura da mesma terão reflexo no ecossistema fluvial (CAMPOS; NUCCI, 2019). Assim, o parâmetro 10 (Quadro 10) avalia a largura da vegetação quando presente nas margens do rio/riacho avaliado.

Quadro 10. Parâmetro 10: Largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios e riachos)

Parâmetro	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios/riachos)	Largura da vegetação ripária maior que 30m; sem influência de interferência antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	Largura da vegetação ripária entre 10 e 20m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 10m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.

2.1.1 Pontuação e Categorização

A pontuação de cada parâmetro é definida pelo avaliador baseando-se na comparação dos parâmetros descritos acima com a realidade local, quando ele escolhe uma das três alternativas disponíveis no APP durante a avaliação. A pontuação aumenta na mesma proporção da preservação ambiental do trecho analisado, podendo variar de acordo com o local das observações (MACHADO, 2019).

Após o somatório das pontuações, realizado pelo próprio APP, os rios/riachos são classificados em quatro categorias, conforme exemplificado no Quadro 11.

Quadro 11. Categorização das condições ambientais do PAR.

Categorias das condições	Pontuações
Ótima	31 a 40
Boa	21 a 30
Regular	11 a 20
Péssima	0 a 10

As pontuações atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados apontam o estado de saúde do sistema. Notas maiores refletem um estado de conservação, enquanto notas menores indicam que existe um estado de degradação severa. Sendo assim, através da pontuação empregada no aplicativo, um curso d'água pode se enquadrar em quatro categorias possíveis, sendo que aqueles que se alocam nas condições “Boa” e “Ótima”, isto é, entre 21 e 40 pontos, dispõem de qualidade ambiental sustentável, ou seja, possui características físicas de ambiente natural. Já as categorias “Regular” e “Péssima”, pontuações entre 0 e 20, apresentam grande variação, ou alterações negativas do ponto de vista da observância de aspectos ecológicos, sendo que regular significa que o curso d'água encontra-se alterado, e péssima que o curso d'água encontra-se impactado.

2.2. Desenvolvimento do APP

O aplicativo foi desenvolvido através das seguintes linguagens:

- Linguagem do aplicativo: flutter + dart;
- Linguagem backend: Java (jee);
- Linguagem do banco de dados: MySql; e
- Linguagem da comunicação: REST.

O AvaRios foi desenvolvido para ser utilizado tanto no sistema Android, quanto no IOS, e poderá ser usado por qualquer cidadão que tenha interesse em contribuir com a conservação dos recursos hídricos. O usuário encontrará informações de como realizar a avaliação no próprio APP, que conta com uma aba de instruções intuitivas, além de um glossário, contendo a definição de palavras técnicas que podem estar empregadas no APP.

Ressalta-se que o aplicativo foi desenvolvido para aplicação em rios de pequeno e médio porte e riachos, e poderá ser aplicado em qualquer bioma. Diante do exposto, inicialmente, buscou-se estabelecer quais os dados gerais de análise necessários para inclusão no APP, tais como: dados de cadastro, localização, coordenadas geográficas, identificação do local a ser avaliado, data e hora de coleta, condições climáticas, tipo de ambiente, perfil do avaliador, inserção de foto, sendo que se recomenda que a avaliação seja realizada de acordo com as características presentes no raio que couber no registro fotográfico.

Na Figura 1 apresenta-se o Modelo Entidade Relacional do Banco de Dados.

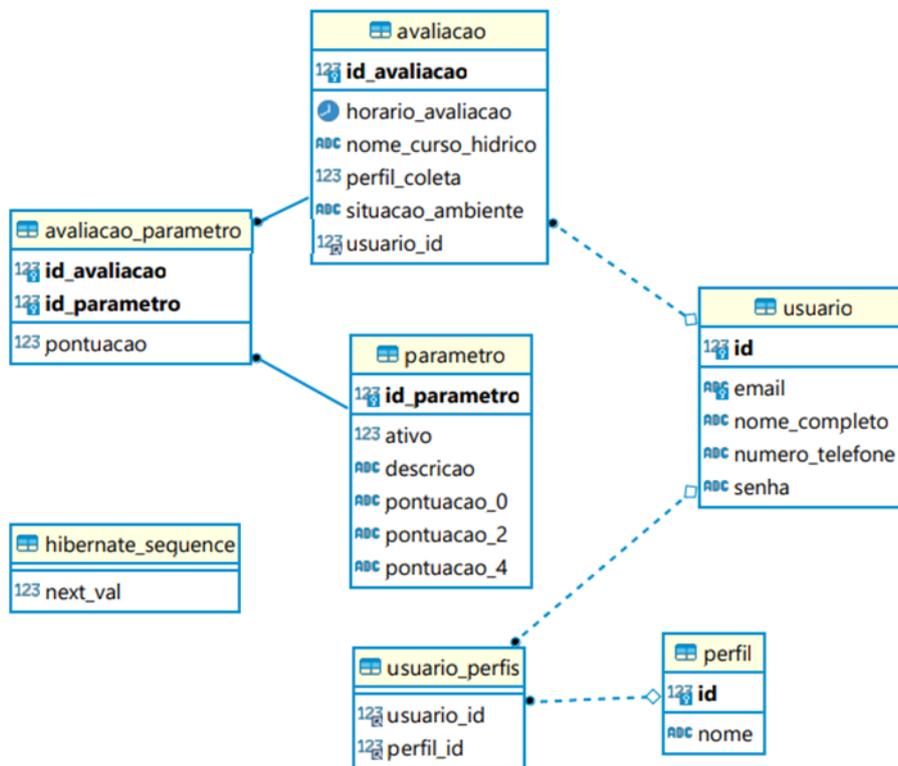


Figura 1. Modelo Entidade Relacional do Banco de Dados.

2.3. Validação do APP

2.3.1 Caracterização do público

Para realização do teste do APP, foram selecionados 20 usuários, todos servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Mobilidade e Habitação, do município de Cidade Ocidental, localizado no entorno do Distrito Federal.

2.3.2 Caracterização da área de estudo: localização geográfica e informações sobre as condições do rio

O rio selecionado para o teste foi o Saia Velha, localizado no município de Cidade Ocidental, Estado de Goiás, classificado como de terceira ordem, já que é o principal curso d'água da Bacia Hidrográfica Saia Velha. Somado a isso, apresenta relevância elevada para o município, pois é utilizado como abastecimento público de água, além de ser o receptor de diversos outros cursos d'água inseridos nas zonas urbana e rural. O Rio Saia Velha divide o

município de Cidade Ocidental com Luziânia e Valparaíso de Goiás, sendo afluente do Rio São Bartolomeu.

Apresenta-se na Figura 2, a localização e foto do ponto selecionado para avaliação no Rio Saia Velha, objetivando a validação do APP.



Figura 2. Localização e foto do ponto de avaliação do Rio Saia Velha, município de Cidade Ocidental, Goiás, para validação do APP.

Fonte: Google Earth, 2022.

2.3.3 Realização da etapa de validação

Para validação do APP, antes de testá-lo com o público, o mesmo foi submetido à avaliação por autores de trabalhos sobre PAR do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, durante a qualificação do trabalho.

O trecho do Rio selecionado para avaliação, objetivando avaliar o APP foi definido considerando o critério acessibilidade e proximidade. A avaliação foi executada no dia 07 de novembro de 2022, no período vespertino. No momento da avaliação o tempo estava ensolarado e houve chuva no dia anterior. Executou-se os testes em duas etapas, cada uma com 10 usuários.

No local para aplicação da validação os usuários já estavam com o APP instalado em seus dispositivos móveis. Receberem instruções do que se trata o APP, e um breve histórico sobre o PAR, e de como realizar a avaliação. Posteriormente, os usuários realizaram as avaliações do Rio Saia Velha individualmente (Figura 3). Logo após as atividades de avaliação, os usuários preencheram formulário específico, de maneira anônima, através da ferramenta Google Forms.



Figura 3. Instruções para uso do APP (A). Momento de realização das avaliações (B).

2.4. Avaliação do APP

No Quadro 12 ilustra-se o questionário específico, o qual foi aplicado via Google Forms com os envolvidos na validação do APP, com objetivo de verificar o nível de aplicabilidade do mesmo.

Quadro 12. Questionário aplicado com os envolvidos na avaliação.

Pergunta	Resposta				
	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
1 – Achou que o aplicativo é de fácil utilização, sua navegação é apropriada? (Sendo 1 muito difícil e 5 muito fácil).	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
Explique os motivos de achar que o aplicativo não é de fácil utilização.					
2 – Acha que o aplicativo possui uma interface interessante e agradável? (sendo 1 para nada interessante e agradável e 5 para muito interessante e agradável)	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
Caso tenha achado nada interessante, quais os motivos?					
3 – As informações são apresentadas de forma clara? (Sendo 1 para nada claro e 5 para muito claro).	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
Dê sugestões sobre como melhorar o acesso às informações.					
4 – Achou os termos utilizados no aplicativo de fácil entendimento? (Sendo 1 o entendimento muito difícil e 5 o entendimento muito fácil).	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
Quais foram as dificuldades encontradas?					
5 – Qual o nível de dificuldade para preenchimento dos dados iniciais sobre o local avaliado? (Sendo 1 para muito difícil e 5 para muito fácil).	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()

Pergunta	Resposta				
Qual foi a dificuldade encontrada para preenchimento dos dados iniciais sobre o local avaliado?					
6 – Achou fácil interpretar os critérios disponíveis para resposta? (Sendo 1 muito difícil e 5 muito fácil). Se achou difícil, descreva as dificuldades.	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
7 – Conseguiu entender a classificação do rio/riacho? (Sendo 1 não entendeu nada e 5 entendeu completamente) Qual o motivo para não conseguir entender a classificação?	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
8 – Acredita que o aplicativo será muito utilizado para avaliação dos rios/riachos por entidades governamentais de meio ambiente? (Sendo 1 para pouco utilizado e 5 para muito utilizado) Caso acredite que não será muito utilizado, explique o motivo.	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()
9 - Acha que precisa do apoio de um suporte técnico para usar este aplicativo? Se sim, descrever os motivos.	Sim ()		Não ()		
10 - Acredita que a população em geral, tem condições de usar o aplicativo? Se acredita que não, explique os motivos.	Sim ()		Não ()		

2.5. Análises dos dados

Para a consolidação do protocolo inserido no APP foi realizada uma análise e interpretação do padrão de respostas obtidas durante os testes de validação. Para a verificação da convergência das respostas entre os avaliadores, considerou-se a observação de um padrão de respostas similares, através de análises realizadas no Excel, organizadas na forma de quadros e gráficos, contendo os percentuais e frequência absoluta das respostas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. APP

O aplicativo AvaRios foi elaborado para apresentar uma interface simples. É possível utilizar o aplicativo sem realizar o cadastro, entretanto, para o envio da avaliação do rio/riacho se faz necessário à realização de login. Ao entrar no APP, o usuário pode selecionar a opção que desejar na parte inferior da tela na qual terá acesso às instruções, glossário e sobre (Figura 4).

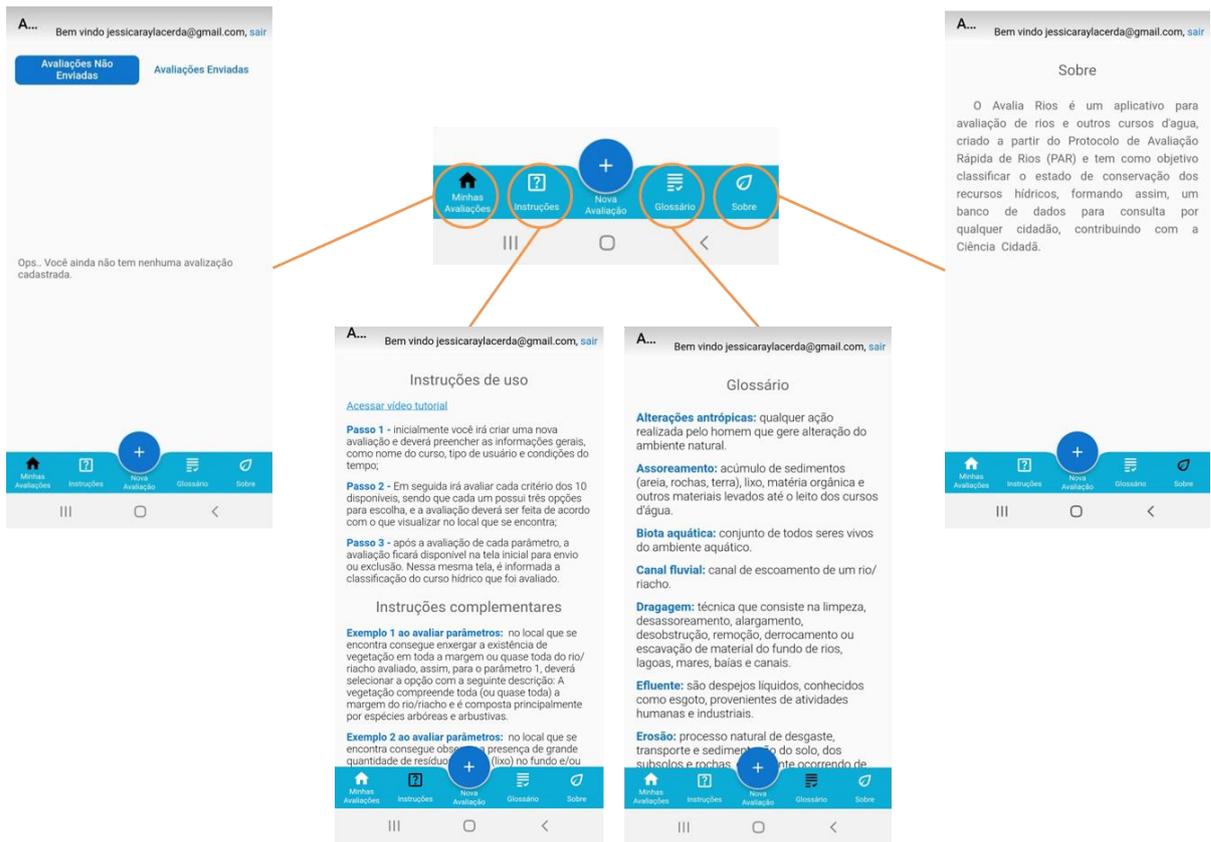


Figura 4. Detalhe dos ícones para acesso à tela minhas avaliações, instruções, glossário e explicações sobre o que se trata o APP

As informações necessárias para cadastro são o nome completo, e-mail, telefone e fornecimento de uma senha e após o cadastro realiza-se o login, conforme ilustrado na Figura 5.

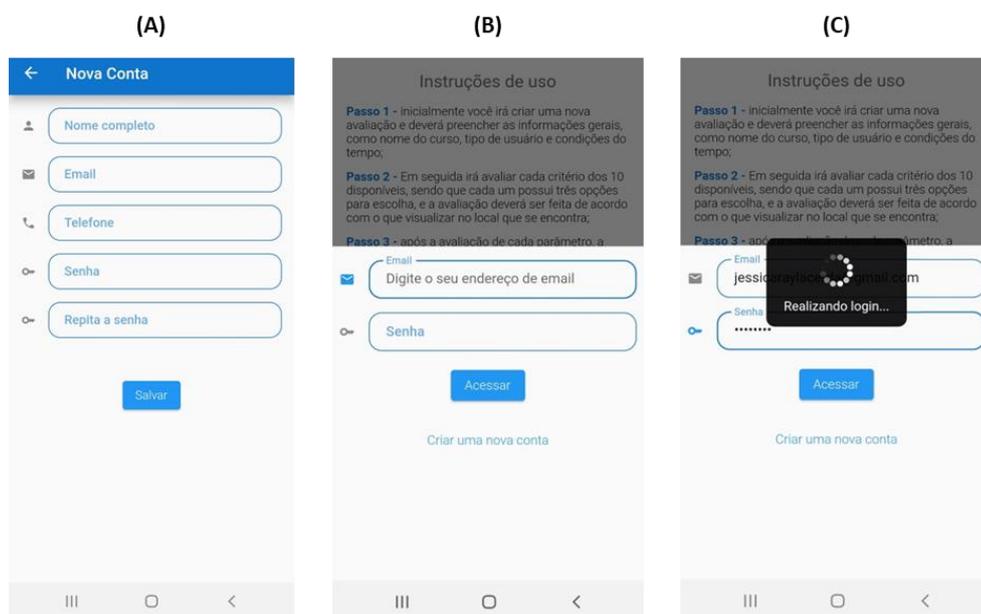


Figura 5. Telas de cadastro (A). Tela para login (B). Tela de realização do login (C).

Após o login, entra-se na tela inicial do aplicativo, que contém as avaliações não enviadas e as avaliações enviadas, na qual é possível inserir uma nova avaliação, clicando-se no ícone de +.

Ao clicar em +, abre-se a tela para inserir as características iniciais da coleta de dados, sendo a identificação do local avaliado, o perfil do avaliador (técnico ou comum), tipo de ambiente (rio de pequeno porte, rio de médio porte ou riacho), e condições climáticas (chuvoso, seco ou ameno), conforme exemplificado na Figura 5 A.

O próprio APP registra a data e hora da coleta. A inserção da foto é obrigatória, pois a partir dela será realizada a análise dos dados fornecidos pelo avaliador para validação pelo administrador. Além da foto, caso o usuário possua uma análise laboratorial da água do local, ele tem a opção de inserir o arquivo contendo os resultados.

Ao clicar em avançar, o APP emitirá uma solicitação de permissão de acesso ao local do dispositivo de celular (Figura 6 B), para coletar as coordenadas, sem essa permissão não é possível avançar na avaliação.

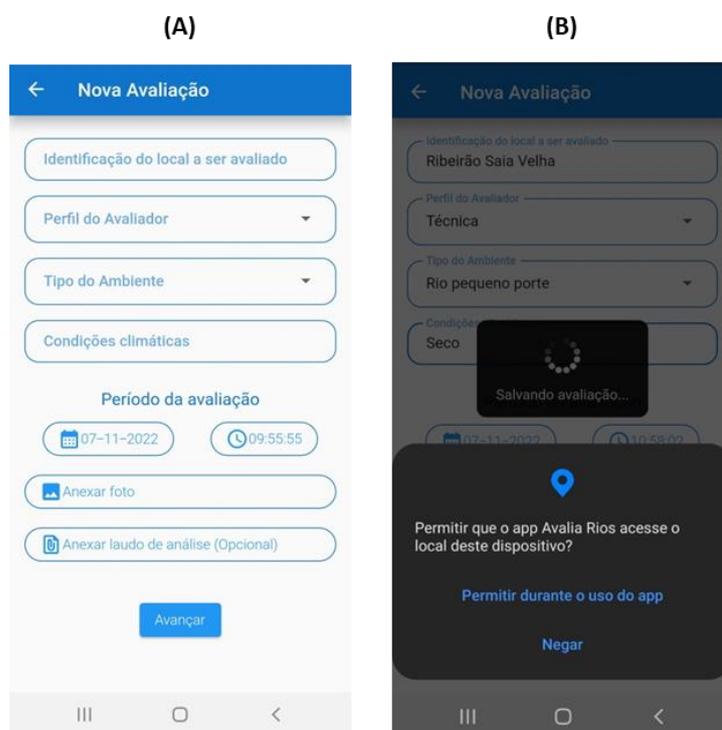


Figura 6. Tela de caracterização inicial do local a ser avaliado (A). Solicitação de permissão de acesso ao local (B).

Clicando em avançar, parte-se para a tela de avaliação dos parâmetros, mas antes, o usuário é advertido para responder as perguntas conforme as condições ambientais do recurso hídrico avaliado (Figura 7). Exemplifica-se na Figura 8, o parâmetro 01; na Figura 9 o

parâmetro 02; na Figura 10 o parâmetro 03; na Figura 11 o parâmetro 04; na Figura 12 o parâmetro 05; na Figura 13 o parâmetro 06; na Figura 14 o parâmetro 07; na Figura 15 o parâmetro 08; na Figura 16 o parâmetro 09 e na Figura 17 o parâmetro 10.

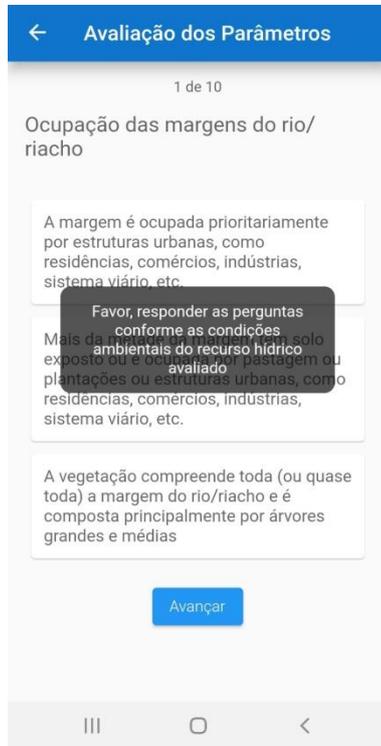


Figura 7. Tela de aviso para responder as perguntas conforme as condições ambientais do rio/riacho avaliado

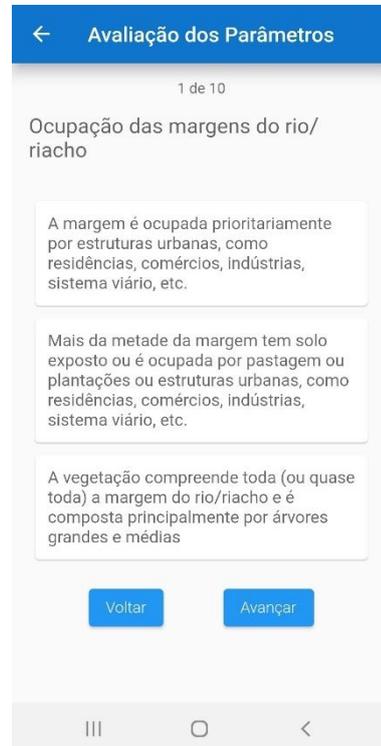


Figura 8. Parâmetro 01

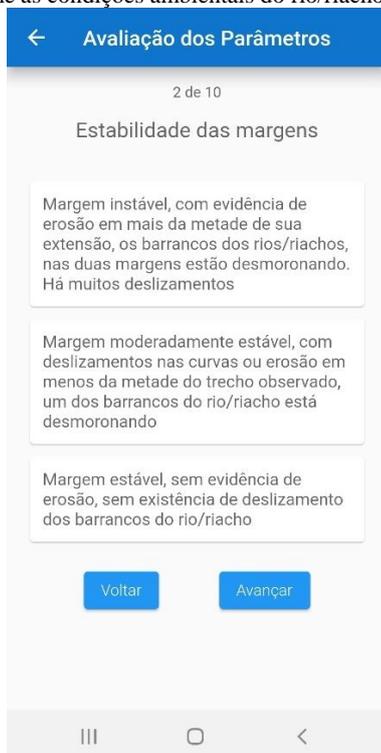


Figura 9. Parâmetro 02

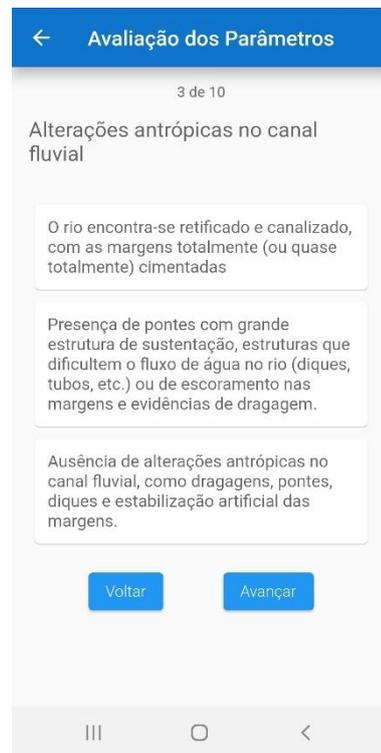


Figura 10. Parâmetro 03

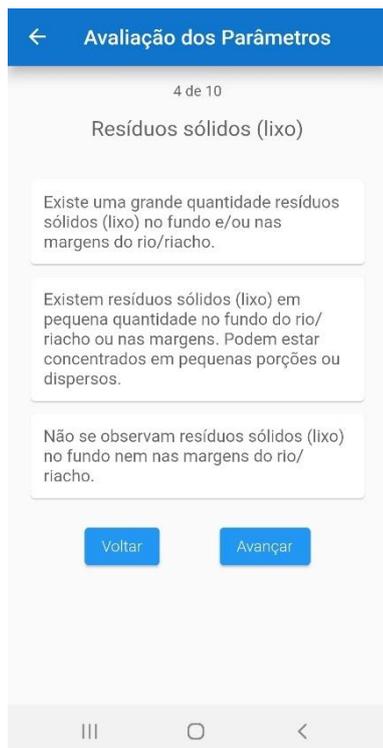


Figura 11. Parâmetro 04



Figura 13. Parâmetro 06

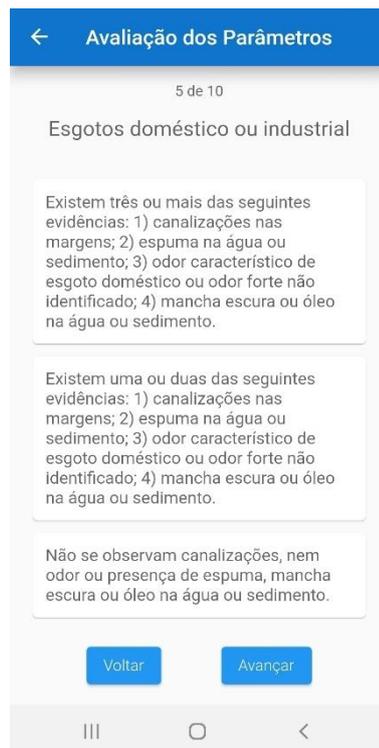


Figura 12. Parâmetro 05

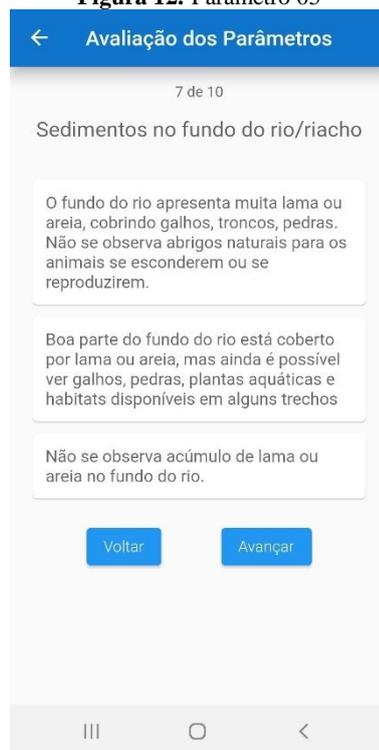


Figura 14. Parâmetro 07

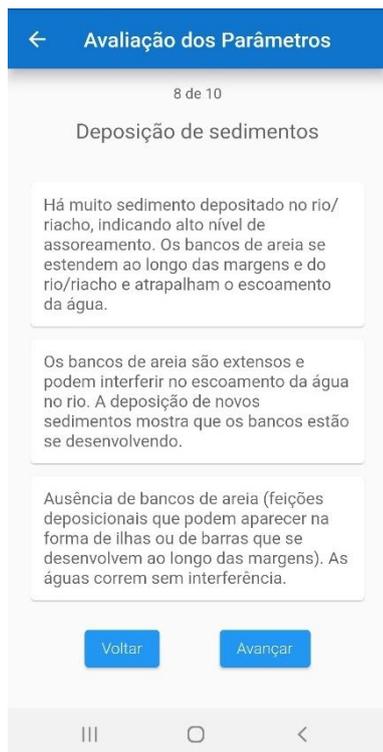


Figura 15. Parâmetro 08

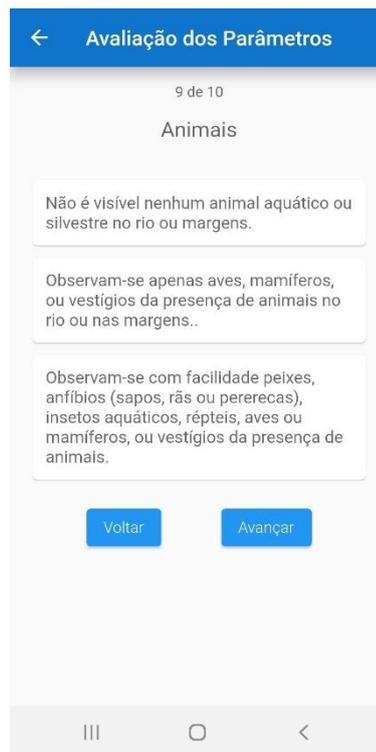


Figura 16. Parâmetro 09



Figura 17. Parâmetro 10

Após o preenchimento dos 10 parâmetros, volta-se para a tela inicial. Os dados da avaliação ficam disponíveis em Avaliações Não Enviadas, onde é possível que o usuário exclua ou envie os resultados para a base de dados. Nessa própria tela também já é fornecida a

classificação do curso d'água avaliado, conforme ilustrado na Figura 18, destacado em amarelo.

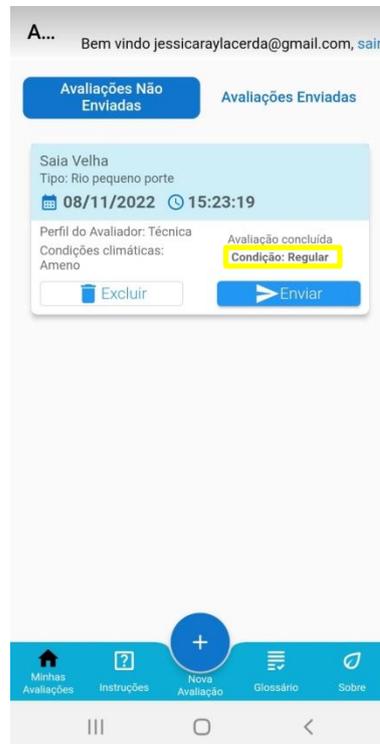


Figura 18. Tela inicial contendo os registros

Posteriormente ao envio, os dados são encaminhados para uma plataforma (Figura 19) para aprovação pelo administrador e depois são divulgados em um site online, onde qualquer cidadão poderá ter acesso (Figura 20).

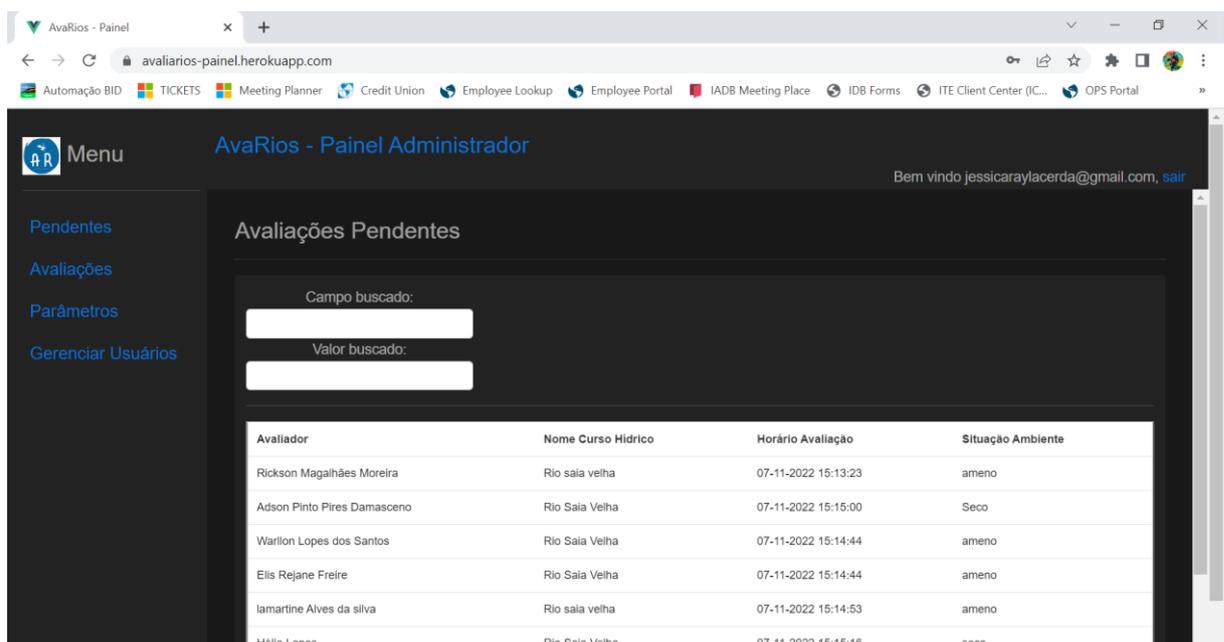


Figura 19. Tela da plataforma de aprovação pelo administrador

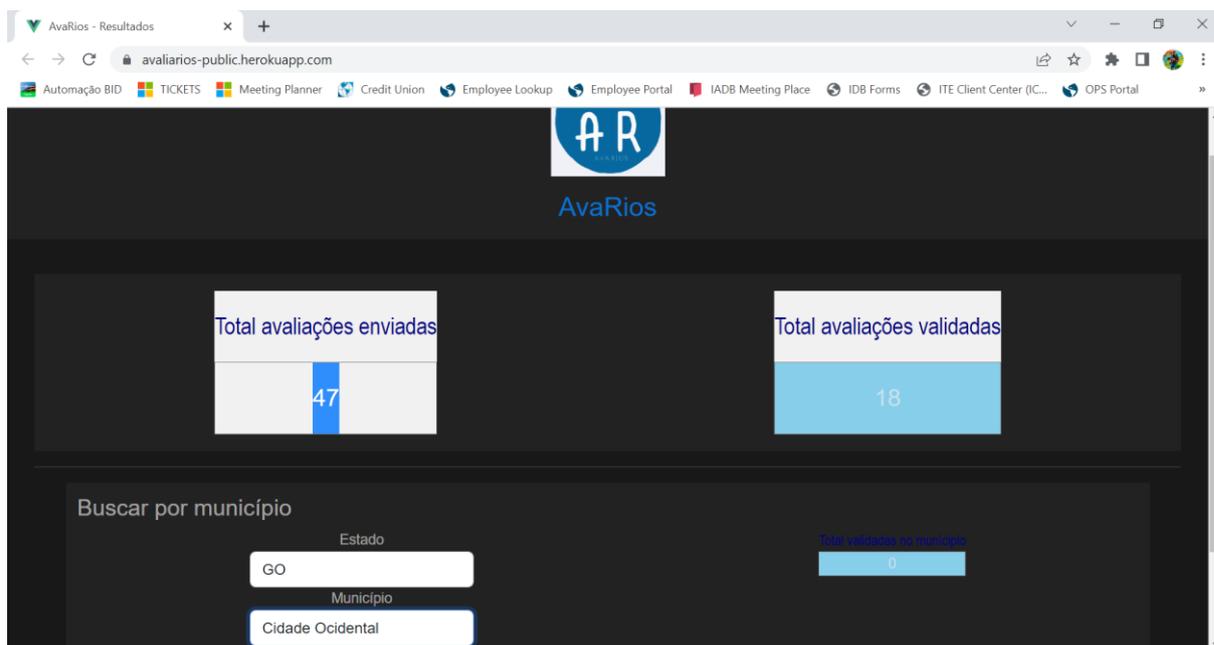


Figura 20. Site para acesso aos resultados

3.2. Resultados da avaliação executada no Rio Saia Velha

Apresentam-se no Quadro 13 os resultados das respostas dos usuários em porcentagem e a frequência absoluta para os três critérios de cada parâmetro.

Quadro 13. Resultados da avaliação realizada pelos usuários (n=20), com o percentual de resposta (%) e frequência absoluta (N)

Parâmetro		Pontuação					
		4		2		0	
		%	N	%	N	%	N
01	Ocupação das margens do rio/riacho	80	16	15	3	5	1
02	Estabilidade das margens	15	3	55	11	30	6
03	Alterações antrópicas no canal fluvial	90	18	5	1	5	1
04	Resíduos sólidos (lixo)	30	6	60	12	10	2
05	Esgoto doméstico ou industrial	40	8	40	8	20	4
06	Substrato e/ou habitat disponíveis	10	2	70	14	20	4
07	Sedimentos no fundo do rio/riacho	10	2	70	14	20	4
08	Deposição de sedimentos	35	7	50	10	15	3
09	Animais	5	1	15	3	80	16
10	Largura da mata ripária	30	6	40	8	30	6

Para o Parâmetro 03 - Alterações antrópicas no canal fluvial, os resultados apresentaram-se homogêneos, sendo que 90% (n=18) dos avaliadores escolheram a opção de que há “ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como dragagens, pontes, diques e estabilização artificial das margens Já para o parâmetro 01 - Ocupação das margens do

rio/riacho, 80 % (n=16) escolheu a opção de que a “vegetação compreende toda (ou quase toda) a margem do rio/riacho e é composta principalmente por árvores grandes e médias”. O Parâmetro 09 - Animais, também obteve resultados bem semelhantes, para o qual 80 % (n=16) dos avaliadores optou pelo critério de que “não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no rio ou margens”. Cabe ressaltar também o Parâmetro 06 - Substrato e/ou habitat disponíveis e o 07 - Sedimentos no fundo do rio/riacho, no qual 70 % (n=14) dos avaliadores escolheram a opção de que “boa parte do fundo do rio está coberto por lama ou areia, mas ainda é possível ver galhos, pedras, plantas aquáticas e habitats disponíveis em alguns trechos”.

Os parâmetros mais heterogêneos foram: Parâmetro 02 – Estabilidade das margens, onde a avaliação obteve 15 % (n=03) para a resposta de valor 4 pontos, 55% (n=11) para a de valor 2 pontos e 30% (n=06) para a de valor igual a 0; Parâmetro 05 – Esgoto doméstico ou industrial na proporção de 40 % (n=08), 40 % (n=08) e 20 % (n=04); Parâmetro 08 – Deposição de sedimentos, para o qual 35% (n=07) escolheu a opção com valor de 4 pontos, 50 % (n=10) pela de 2 pontos e 15 % (n=03) optou pela de valor igual a 0; e Parâmetro 10 - Largura da mata ripária (vegetação que acompanha os rios e riachos), na proporção de 30 % (n=06), 40 % (n=08) e 30 % (n=06).

Quanto à classificação do Rio Saia Velha em relação ao trecho analisado pelos usuários, foi classificado como “Boa” por 60 % (n=12) dos avaliadores, como “Regular” por 30 % (n=06), como “Ótima” por 10 % (n=01) e como “Péssima” por 10 % (n=01), conforme ilustrado na Figura 21.

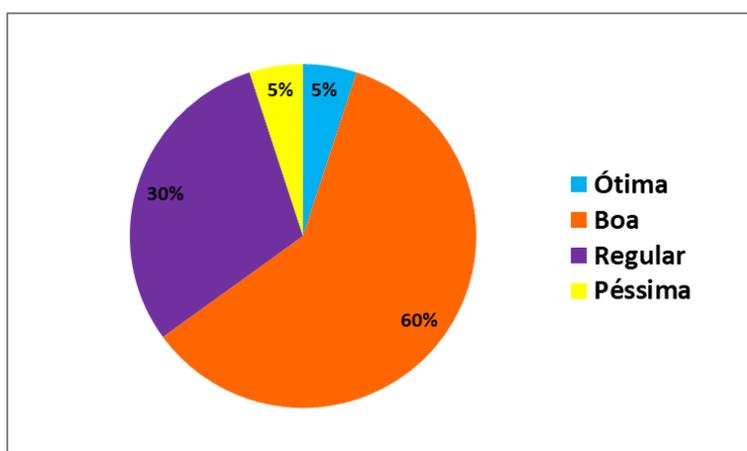


Figura 21. Resultados da classificação do Rio Saia Velha, realizada pelos usuários técnicos

Apesar de 60% (n=12) classificarem o trecho do rio avaliado como de boa qualidade, percebe-se que houve uma heterogeneidade na avaliação de determinados parâmetros.

Acredita-se que essa situação pode estar relacionada à ausência de um treinamento prévio sobre os aspectos ambientais envolvidos para aplicação do PAR. Os resultados obtidos da aplicação do protocolo de Callisto et al. (2002) em trechos das bacias no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG, e Parque Nacional da Bocaina, RJ, apresentaram que não houve diferenças consideráveis entre os resultados da aplicação do protocolo comparando-se estudantes sem treinamento, e estudantes com um treinamento prévio em ecologia de rios, distintamente dos resultados alcançados por Hannaford et al. (1997) os quais concluíram que o treinamento para avaliação de uma ampla gama de habitats é fundamental na implementação do protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, como também sugerido por Lobo et al. (2011).

Por se tratar de um APP, no qual a dinâmica consiste em o usuário baixá-lo em seu aparelho móvel e fazer o uso sozinho, uma forma para realização de um treinamento prévio foi a disponibilização, na aba de instruções do APP, de um link com um vídeo explicativo, contendo as orientações sobre os aspectos ambientais de um rio/riacho e como executar a avaliação dos mesmos para aplicação do protocolo.

3.3. Resultados do formulário aplicado com os participantes da validação

Todos os 20 avaliadores responderam ao formulário para validação do APP. O Quadro 14 apresenta a quantidade e porcentagem por resposta para cada pergunta do formulário, bem como os comentários na íntegra realizados por alguns dos avaliadores quando do preenchimento do formulário.

Quadro 14. Sugestões e críticas emitidas por alguns avaliadores para as perguntas dos questionários.

Pergunta	Respostas (Quantidade e Porcentagem)										Comentários
	1		2		3		4		5		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
1 – Achou que o aplicativo é de fácil utilização, sua navegação é apropriada? (Sendo 1 muito difícil e 5 muito fácil).	0	0	1	10	1	10	5	25	13	65	<p>Explique os motivos de achar que o aplicativo não é de fácil utilização.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acho que as três opções confundem um pouco, talvez generalizar mais pra atingirem vários corpos hídricos. • Eu fiquei na dúvida em algumas questões se caberia um nível intermediário ou ruim, por causa das associações feitas com impactos antrópicos diretos que eram ausentes como pontes, porém era notável o impacto. • Ele é didático e de fácil compreensão • Prático • As respostas são precisas, simples e fáceis de responder
2 – Acha que o aplicativo possui uma interface interessante e agradável? (sendo 1 para nada interessante e agradável e 5 para muito interessante e agradável)	0	0	0	0	3	15	4	20	13	65	<p>Caso tenha achado nada interessante, informe sugestões.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possui a interface limpa e de fácil utilização porém poderia ser mais interativa • Achei ótimo e objetivo. Para englobar mais corpos d'água apenas analisar as opções com mais especificações e aí conter muitas. Ou generalizar para abranger mais corpos hídricos. • Acredito que algumas perguntas que trazem parâmetros atrelados, como aquela que menciona os odores e a espuma nos corpos hídricos, podem confundir um pouco as pessoas leigas no assunto. • Algumas funcionalidades podem ser aprimoradas afim de facilitar para o usuário a escolher as respostas e ainda retomar as questões anteriores sem ter que refazer todos os questionários novamente.
3 – As informações são apresentadas de forma clara? (Sendo 1 para nada claro e 5 para muito claro).	0	0	0	0	0	0	8	40	12	60	<p>Dê sugestões sobre como melhorar o acesso às informações.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deixar as especificações visíveis quando há uma palavra confusa para pessoas leigas • As alternativas poderiam ter uma caixa de texto dinâmico explicando o que está sendo pedido para auxiliar usuários leigos. • Alguns parâmetros podem tornar a caracterização do corpo hídrico dificultosa. A pergunta que trata da metrificação das margens, por exemplo, pode fazer que a experiência seja menos intuitiva. • Sim. O Glossário ajuda • Colocar mais opções para serem marcadas

Pergunta	Respostas (Quantidade e Porcentagem)										Comentários
	1		2		3		4		5		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
4 – Achou os termos utilizados no aplicativo de fácil entendimento? (Sendo 1 o entendimento muito difícil e 5 o entendimento muito fácil).	0	0	0	0	3	15	6	30	11	55	<p>Quais foram as dificuldades encontradas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • A única dificuldade foi encontrar os itens descritos nas opções no cenário. Mas de modo geral é bastante intuitivo. • Nenhuma
5 – Qual o nível de dificuldade para preenchimento dos dados iniciais sobre o local avaliado? (Sendo 1 para muito difícil e 5 para muito fácil).	1	5	0	0	1	5	5	25	13	65	<p>Qual foi a dificuldade encontrada para preenchimento dos dados iniciais sobre o local avaliado?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sem dificuldade • A interpretação é fácil. Tornar os critérios mais fluidos, porém, pode melhorar a experiência. Por exemplo, quebrar uma pergunta que traz vários critérios juntos em critérios individuais faz que a caracterização fique menos engessada.
6 – Achou fácil interpretar os critérios disponíveis para resposta? (Sendo 1 muito difícil e 5 muito fácil).	0	0	1	5	1	5	7	35	11	55	<p>Se achou difícil, descreva as dificuldades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alguns itens como o caso do odor poderia ser alterado, no local existia, entretanto não tinha apenas essa opção • Na avaliação da presença de esgoto, apenas odor foi detectado na minha opinião e não tem opção de marcar apenas essa opção • Acho que o critério para a presença de animais pode ser aprimorado. Seria interessante uma resposta para indicar a presença de mamíferos, já que há buracos característicos da ação de tatus • Alguns critérios são semelhantes, fazendo com que volte e repense a resposta
7 – Conseguiu entender a classificação do rio/riacho? (Sendo 1 não entendeu nada e 5 entendeu completamente)	0	0	1	5	1	5	4	20	14	70	<p>Qual o motivo para não conseguir entender a classificação?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sim. Afinal é um aplicativo que após ser instalado, o avaliador pode enviar o relatório depois caso esteja sem acesso a Internet naquele momento • A definição de riacho é muito ampla em questão desse fluente
8 – Acredita que o aplicativo será muito utilizado para avaliação dos rios/riachos por entidades governamentais de meio ambiente? (Sendo 1 para pouco utilizado e 5 para muito utilizado)	0	0	0	0	2	10	6	30	12	60	<p>Caso acredite que não será muito utilizado, explique o motivo.</p> <p>Sem comentários</p>

Pergunta	Respostas (Quantidade e Porcentagem)										Comentários
	1		2		3		4		5		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
9 - Acha que precisa do apoio de um suporte técnico para usar este aplicativo?	Sim					Não					Se sim, descrever os motivos. <ul style="list-style-type: none"> • Alguns termos podem ficar confusos para pessoas leigas • O Glossário é objetivo e contundente quanto ao entendimento e a abrangência das perguntas. • Sim, bastante intuitivo
	3		15		17		85				
10 - Acredita que a população em geral, tem condições de usar o aplicativo?	Sim					Não					Se acredita que não, explique os motivos. <ul style="list-style-type: none"> • O APP é muito didático
	18		90		2		10				

Em relação ao questionamento 01, 90 % (n=18) dos entrevistados avaliaram o uso do aplicativo como de fácil e muito fácil utilização, os outros 10 % (n=02), que interpretaram como difícil e intermediário, fizeram comentários de que as “três opções confundem um pouco”, e sugeriu generalizar mais pra atingir vários corpos hídricos e que houve dúvidas em “algumas questões se caberia um nível intermediário ou ruim, devido as associações feitas com impactos antrópicos diretos que eram ausentes, porém era notável existência de impacto”.

Já na questão relativa à interface do aplicativo, 85 % (n=17) responderam achar interessante e agradável, sendo que os outros 15 % (n=03) julgaram de forma intermediária. Para esse questionamento houve a inserção de comentários sobre algumas perguntas apresentarem parâmetros atrelados, citando como exemplo aquela que menciona os odores e a espuma nos corpos hídricos, e que “algumas funcionalidades poderiam ser aprimoradas para facilitar a escolha das respostas e também ser possível retomar a questões anteriores”.

Para a pergunta 03, 60 % (n=12) dos entrevistados avaliaram que as informações são apresentadas de forma muito clara e 40 % (n=08) como de forma clara. Esse resultado corrobora com o trabalho desenvolvido por Machado (2019), no qual 90 % (n=54) dos entrevistados também responderam achar as informações claras e objetivas. Apesar de todos classificarem como de forma clara e muito clara, houveram sugestões como: “deixar as especificações visíveis quando uma palavra confusa para pessoas leiga”; “as alternativas poderiam ter uma caixa de texto dinâmico explicando o que está sendo pedido para auxiliar usuários leigos”; “alguns parâmetros podem tornar a caracterização do corpo hídrico dificultosa, a pergunta que trata da metrificação das margens, por exemplo, pode fazer que a experiência seja menos intuitiva”; “colocar mais opções para serem marcadas”.

Em relação ao entendimento dos termos utilizados no APP, 15 % (n=03) dos entrevistados classificaram de maneira intermediária, sendo que foi comentado por um dos entrevistados ter dificuldade em encontrar os itens descritos nas opções no cenário. Os outros 85 % (n=17) avaliaram como de fácil e muito fácil o entendimento, resultado também que corroborou com o obtido por Machado (2019), que 85 % (n=51) avaliaram como fácil e acessível o vocabulário empregado no PAR.

No que se refere ao nível de dificuldade para preenchimento dos dados iniciais sobre o local avaliado, 5 % (n=01) dos entrevistados respondeu achar muito difícil e 90 % (n=18) classificou como fácil e muito fácil, contudo, houve um comentário de que “tornar os critérios mais fluidos, com uma caracterização fique menos engessada, poderia melhorar a

experiência”. Do total de entrevistado, 90 % (n=18) achou fácil e muito fácil interpretar os critérios, porém, houve comentários de que o critério para a presença de animais poderia ser aprimorado; “alguns critérios são semelhantes, fazendo com que volte e repense a resposta”; alguns itens como o caso do odor poderia ser alterado, “pois não havia uma opção que continha apenas a característica de odor”.

Para a questão 07 do formulário, 70 % (n=14) dos entrevistados responderam entender completamente a classificação do rio/riacho. No que diz respeito ao uso do APP por entidades governamentais de meio ambiente, 60 % (n=12) dos avaliadores informaram que o APP será muito utilizado.

Do total entrevistado, 15 % (n=03) avaliaram como necessário ter um suporte técnico para usar o aplicativo, sendo que 85 % (n=17) responderam não precisar. Relativo à opinião dos entrevistados sobre acreditar se a população em geral tem condições de usar o aplicativo, 90 % (n=18) afirmaram que sim, sendo que somente 10 % (n=02) responderam não ao questionamento.

Alguns dos avaliadores também emitiram comentários positivos em relação ao APP, tais como: “ele é didático e de fácil compreensão”; “as respostas são precisas, simples e fáceis de responder”; “possui a interface limpa e de fácil utilização”; “glossário é objetivo e contundente quanto ao entendimento e a abrangência das perguntas”; “o APP é muito didático”.

3.3. Adequações no APP após a validação

Considerando os resultados da validação, foram realizadas as seguintes melhorias no APP:

- Para o parâmetro 05 – Esgotos domésticos e/ou industriais, alteração do critério “existem duas das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento” para existem uma ou duas das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento;
- Para o parâmetro 09 – Animais, inserção na descrição dos critérios da frase: mamíferos e/ou presença de vestígios;
- Inclusão da palavra vestígio no Glossário;

- Inserção de um link para acesso a um vídeo com uma capacitação contendo as orientações sobre os aspectos ambientais de um rio/riacho e como executar a avaliação dos mesmos para aplicação do protocolo;
- Inserção de um botão de voltar em cada parâmetro para possibilitar que o usuário retorne ao parâmetro anterior caso deseje.

4. CONCLUSÃO

A validação do aplicativo revelou a necessidade de adequação de alguns parâmetros para facilitar e aprimorar a aplicabilidade do mesmo, as quais foram realizadas. De acordo com os resultados dos usuários é possível concluir que o APP apresenta facilidade de uso, com interface interessante e agradável, e poderá ser usado pela população em geral, além de ser uma ferramenta com potencial uso para avaliação dos rios/riachos por entidades governamentais de meio ambiente.

Embora, tenha havido divergências na interpretação de alguns critérios, o resultado geral indica que a utilização do aplicativo é muito satisfatória, baseado na homogeneidade do resultado. Entretanto, os ajustes realizados no APP, com base na validação, trarão melhorias significativas, aprimorando o uso do mesmo e tornando-o mais intuitivo.

Portanto, o APP se apresenta como uma ferramenta útil, pois fornecerá dados importantes para proposição de ações de conservação e recuperação de rios e riachos, já que os resultados das análises e classificação ficarão disponíveis para pesquisa por qualquer cidadão. O APP AvaRios também pode ser útil em trabalhos de consultoria ambiental por trazer dados importantes para a construção de um histórico do trecho avaliado, podendo estabelecer se houve alterações ao longo do tempo.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação do APP em outros biomas, a fim de verificar se as descrições dos critérios de resposta de cada parâmetro são adequadas para as características daquele bioma, ou necessita de adaptações específicas.

5. REFERÊNCIAS

- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2 ed. Washington, D.C: Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999. Relatório Técnico.
- 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**, v. 11, n. 2, p. 277-294, 2015.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, p. 91 – 98, 2002.
- CAMPOS, J. C. **Protocolo de avaliação rápida de rios urbanos como subsídio ao planejamento da paisagem: estudo de caso da bacia do rio palmital na região metropolitana de Curitiba**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.
- CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo de avaliação rápida: uma proposta para rios urbanos. **Revista Geografar - Revista eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR**, v. 14, n.2, p.267-286, 2019.
- CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU) como ferramenta de monitoramento ambiental. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, n. 21, p. 121-138, 2021.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. **Práticas para restauração da mata ciliar**. Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. 54 p. ISBN 85-63-199072.
- DA COSTA, D. A.; ASSUMPÇÃO, R. S. F. V.; AZEVEDO, J. P. S. SANTOS, M. A. Dos instrumentos de gestão de recursos hídricos - o Enquadramento - como ferramenta para reabilitação de rios. **Saúde em Debate**, v. 43, n. 3, Esp. p. 35-50, 2019.
- DE OLIVEIRA BIZZO, M. R.; MENEZES, J.; DE ANDRADE, S. F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, v. 04, n. 1, p.05-13, 2014.
- FARIAS, R. T. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. Aplicação Do Protocolo De Avaliação Rápida De Habitats Aquáticos Em Córregos De Marechal Cândido Rondon (PR). **Revista GEOMAE – Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 10, n. 2, p. 63-79, 2019.
- GUIMARÃES A.; RODRIGUES, A. S.; MALAFAIA, G. Adapting a rapid assessment protocol to environmentally assess palm swamp (Veredas) springs in the Cerrado biome, Brazil. Environmental Monitoring And Assessment. **Springer International Publishing**, v. 189, p. 592- 592, 2017.

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. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, 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.

KARR, J.R.; CHU, E.W. **Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring**. 1. ed. Washington: Island Press, 1999. 220 p. ISBN 978-1559636742.

LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; ABREU JÚNIOR, E. F. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 18-33, 2011.

MACHADO, A. P. F. **Adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, 2019.

MUCELINI C.A., BELLINI M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**. v. 20, n. 1, p. 111-24, 2008.

NETO G. T. R.; JÚNIOR M. G. S.; UCKER F. E.; LIMA, M. L. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental para avaliação do estado de conservação do córrego Caveirinha, Goiânia/GO. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 10, p. 26-43, 2016.

PALMA, D. A. **Monitoramento de Qualidade da Água com o Enfoque Ciência Cidadã: Estudo de Caso em Brazlândia**. 2016. 76 p. Monografia de Projeto Final (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2016.

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**, v. 18, n. 64, p. 248-262, 2017.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**, Barueri: Manole, p. 761-808. 2005.

PLAFKIN, J. L. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish**. Washington, D.C: Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999.

RADTKE, L. **Protocolos de avaliação rápida: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d água urbanos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, RS, 2015.

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.

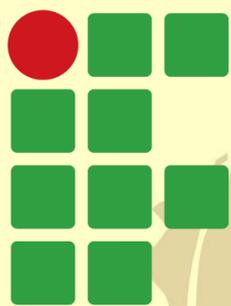
RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

RODRIGUES, A. S. L. MALAFAIA, G., COSTA, A. T.; NALINI JÚNIOR, H. A. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 231-244, 2012.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n.1, p. 161-170, 2008.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. 1. ed., Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. Documentos 36. 68p. 2004. ISSN 1516-4691

SISTEMA DA INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA (SiBBr). Projeto Ciência Cidadã. Disponível em: https://sibbr.gov.br/cienciacidada/cienciacidada.html?lang=pt_BR. Acesso em 20/09/2022.



INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus
Urutaí

