

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA: PROGNÓSTICO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO BURITI SERENO, APARECIDA DE GOIÂNIA - GO.****PROTOCOL RAPID ASSESSMENT: PROGNOSIS ENVIRONMENTAL IN MICROBASIN THE BURITI SERENO, APARECIDA DE GOIÂNIA - GO****PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA: PRONÓSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DE BURITI SERENO, GOIANIA APARECIDA - GO.****Hayanne Huchelly Azevedo Cardoso**

Técnica da Defesa Civil do município de Aparecida de Goiânia (GO), Bacharel em Ecologia e Análise Ambiental - ICB/UFG, Email: hayannemayume@gmail.com

**Lucas Espíndola Rosa**

Técnico em Mineração do Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física da Universidade Federal de Goiás (LABOGEF/UFG), Doutor em Geografia, Email: lucasespindola@ufg.br

**Silas Pereira Trindade**

Docente da Área de Geociências da Universidade Estadual de Goiás, UnU Caldas Novas, Doutor em Ciências Ambientais, Email: silas.trindade@ueg.br

**RESUMO**

Diante dos problemas de gestão hídrica em Aparecida de Goiânia, em que a maioria dos córregos em ambiente urbano estão degradados, é necessário que haja alternativas rápidas, baratas e de análise integrada para tomadas de decisão em curto prazo. Então, o presente trabalho teve como objetivo utilizar um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para prognosticar a qualidade ambiental e hídrica da microbacia do córrego Pindaíba, em Aparecida de Goiânia, Goiás. Foram utilizados 12 parâmetros qualitativos, como também três parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA. Então, de acordo com os resultados obtidos em análise no campo, o córrego se encontra degradado, principalmente o trecho denominado de “ponto 4”, porém o cenário é facilmente reversível. Entretanto, essa foi uma avaliação complementar aquelas já existentes, sendo necessário realizar estudos mais aprofundados para uma avaliação mais concisa.

**Palavras-chave:** Protocolo de Análise Rápida. Análise Ambiental. Qualidade Hídrica. Córrego Pindaíba. Resolução 357/2005.

**ABSTRACT**

Given the problems of water management in Aparecida de Goiânia, in which most streams in urban area are degraded, it is necessary to have quick, cheap and integrated analysis alternatives for decision-making in the short term. Therefore, this study aimed to use a Rapid Assessment Protocol (RAP) to predict the environmental and water quality of the Pindaíba stream microbasin, in Aparecida de Goiânia, Goiás. Twelve qualitative parameters were used, as well three physicochemical parameters established by CONAMA Resolution 357/2005. So, according to the results obtained in field analysis, the stream is degraded, especially the stretch called “point 4”, but the scenario is easily

reversible. However, this was a complementary assessment to those already existing, requiring further studies for a more concise assessment.

**Keywords:** Rapid Analysis Protocol, Environmental Analysis, Water Quality, Pindaíba Stream, Resolution 357/2005.

## RESUMEN

Dados los problemas de gestión del agua en Aparecida de Goiânia, donde la mayoría de los arroyos en el medio ambiente urbano están degradados, es necesario que existan alternativas de análisis rápidas, económicas e integradas para la toma de decisiones a corto plazo. Luego, el presente trabajo tuvo como objetivo utilizar un Protocolo de Evaluación Rápida (PAR) para predecir la calidad ambiental y del agua de la cuenca del arroyo pindaíba, en Aparecida de Goiânia, Goiás. Se utilizaron 12 parámetros cualitativos, así como tres parámetros físico-químicos establecidos por la Resolución 357/2005 del CONAMA. Luego, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de campo, la corriente se degrada, especialmente el tramo llamado "punto 4", pero el escenario es fácilmente reversible. Sin embargo, se trataba de una evaluación complementaria a las existentes, y se necesitaban más estudios para una evaluación más concisa.

**Palabras clave:** Protocolo de análisis rápido. Análisis Ambiental. Calidad del agua. Arroyo Pindaíba. Resolución No. 357/2005.

## INTRODUÇÃO

Microbacia é a menor unidade de planejamento onde podem ser observadas as relações bióticas e abióticas e estas podem sofrer desequilíbrio quando ocorrem perturbações (TEODORO et al., 2007). Em ambiente urbano, as microbacias estão constantemente expostas aos efeitos da poluição devido à proximidade dos loteamentos com os cursos hídricos, onde pode-se notar também que a degradação ambiental está comumente relacionada às formas de ocupação e manejo do local, podendo ser observado através de aspectos físico-químicos da água, bem como a partir da situação deletéria às margens e ao entorno de cursos d'água (SOUZA, 2003; VARGAS; JUNIOR, 2011). Frequentemente os pesquisadores realizam a avaliação de qualidade hídrica por meio de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, porém esses dados são de alto custo e obtidos por meio de análises isoladas (RADTKE, 20152020).

Diante disso, desconsiderar a bacia hidrográfica por completo pode permitir erros de avaliação, pois é necessário integrar a fatores abióticos e do meio físico-químico, uma vez que ambientes lóticos são dinâmicos e passíveis de alteração na qualidade por causas externas (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008). Para gerenciar recursos hídricos é necessário integrar o sistema rio-bacia hidrográfica, juntamente com todo o ecossistema presente na região delimitada (PEREIRA-SILVA et al., 2011). Isso porque,

fatores como estabilidade das margens, meandros, uso do solo, mata ciliar e destinação de efluentes podem influenciar no desempenho da entrada de material alóctone no leito, que é essencial para diversas comunidades aquáticas ou semi-aquáticas (SENSOLO et al., 2012; PEREIRA-SILVA et al., 2011).

Em diversas cidades brasileiras, o processo de metropolização iniciou, principalmente, devido à migração para as capitais brasileiras, resultando assim, no adensamento populacional de pessoas (SOUZA e BORGES, 2015). Ao analisar o contexto do crescimento habitacional desordenado em Aparecida de Goiânia, deve-se levar em conta a criação da Lei Municipal nº 4.526, de 1972 em Goiânia, pois assim passou haver diretrizes de infraestrutura para loteamentos urbanos em solo goianiense (PINTO, 2009). Devido à proximidade com a Capital, o município passou por especulação imobiliária de 1980 a 1990, conseqüentemente ocorreu a ocupação dos lotes existentes e a criação de novos em Aparecida de Goiânia, sendo marcada por vazios urbanos e ocupação disseminada, havendo grande crescimento demográfico em áreas de risco ou de proteção ambiental (SOUZA; FRATTARI, 2009; NUNES e BORBA, 2020). No município de Aparecida de Goiânia, a expansão demográfica urbana ausente de metodologias eficientes de conservação e manejo ocasionou diversas complicações socioambientais (BARBOSA, OLIVEIRA, OLIVEIRA, 2011). A exemplo disso, tem-se as Áreas de Preservação Permanentes (APP's) ocupadas por propriedades particulares, em que os estudos de ocupação são apenas para gerar acordos financeiros entre a prefeitura e as imobiliárias (SOUZA, 2014). Outrossim, a densidade urbana próxima dos ambientes lóticos, aumenta o uso insustentável da água e causa desequilíbrio ambiental (SANTANA, 2011), podendo ser elencado: a modificação da qualidade da água que abastece ecossistemas naturais e artificiais; processos erosivos que causam assoreamento, a variação da vazão e na sinuosidade do leito; a modificação das áreas de recarga e das APP's; e a lixiviação excessiva de nutrientes (PEREIRA-SILVA et al., 2011).

Tratando em específico do bairro Buriti Sereno, um dos maiores bairros da América Latina, teve sua aprovação para implantação no ano de 1976, que apresenta os seguintes canais hidrográficos: Buritizinho, Pindaíba e das Palmas (APARECIDA, 2012). Contudo, não houve estudos ambientais durante o processo de loteamento, em que deveria ser observado aspectos urbanísticos e de infraestrutura, permitindo que nascentes fossem loteadas ou mesmo que passassem vias sobre as mesmas (SOUZA, 2014). Outro fato importante é o lixão clandestino as margens do córrego Pindaíba, descoberto em 2020,

em que foram depositados diversos resíduos passíveis de contaminar o solo e a água (APARECIDA, 2020).

O Plano Diretor de Aparecida de Goiânia não faz reconhecimento expressivo acerca do meio-ambiente e saneamento, mas é composto por algumas das seguintes diretrizes: conter o desmatamento e promover o reflorestamento das matas ciliares; recuperar áreas degradadas; proteger/preservar mananciais subterrâneos, superficiais e planícies de inundação (SOUZA e FRATTARI, 2009). Grande porcentagem das Áreas de Proteção Permanente está desmatada, ocupada de forma irregular, destinada à deposição de resíduos sólidos e efluentes, e/ou possuem processos erosivos, realidade esta que pode ser observada no bairro Buriti Sereno (RIBEIRO, 2013). Destaca-se também que o bairro é um dos principais com déficit em abastecimento de água e saneamento (NUNES, 2017).

Nesse contexto, uma alternativa viável e de baixo custo para avaliação ambiental de cursos hídricos em ambiente urbano é a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Esse instrumento surgiu por volta de 1980, nos Estados Unidos, por meio da Environmental Protection Agency (EPA) e agências de monitoramento de águas superficiais, com o intuito de fornecer protocolos como uma opção rápida para avaliação ambiental de ambientes lóticos e suas respectivas zonas ripárias (PLAFKIN et al., 1989; BARBOUR et al., 1999; MACHADO, 2019).

A alternativa foi introduzida no Brasil por Callisto et al. (2002), que afirma ser uma excelente ferramenta para diagnóstico ambiental em trechos de bacias hidrográficas, sendo de fácil compreensão e aplicação. Ademais, Radtke (2015) salienta que o PAR é uma excelente ferramenta para diagnósticos ambientais quanto a qualidade da água e do ambiente no entorno, fornecendo assim, informações mais precisas quanto a qualidade do ecossistema estudado no local, podendo ser realizado em conjunto com a sociedade. Assim sendo, essa forma de análise cresceu amplamente no Brasil, sendo utilizado por diversos pesquisadores, podendo ser citado: Rodrigues; Malafaia; Castro, (2008), Lobo; Voos; Júnior (2011), Radtke (2015), Pedroso e Colesanti (2018), Silva et al. (2020) e Marcionilio et al. (2020).

Dessa forma, análises integrais de ambientes lóticos consideram atributos que compõem suas estruturas e funcionamentos, os avaliando de maneira numérica entre bom à ruim (LOBO; VOOS; JÚNIOR, 2011). A fácil adequação dos parâmetros de acordo com as características do ambiente estudado faz com que a aplicação também seja fácil,

bem como auxiliam no manejo e conservação dos recursos hídricos (MACHADO, 2019). Isso porque, o PAR irá fornecer banco de dados primários para rápidas tomadas de decisão, que podem ser decisivos para gestão de cursos d'água em ambiente urbano.

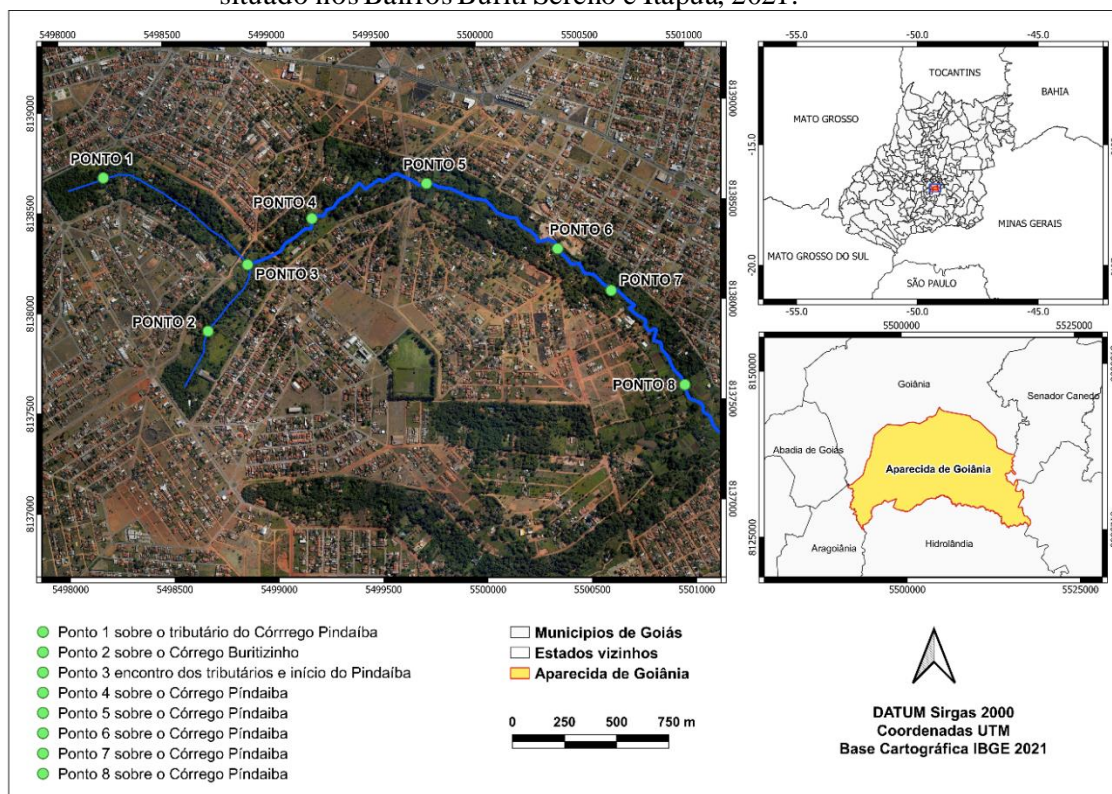
Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo compreender o estado de qualidade ambiental do córrego Pindaíba, partindo do pressuposto que o Protocolo de Análise Rápida (PAR) possa ser instrumento de avaliação de órgãos municipais de meio ambiente. Para tanto, será utilizado o PAR adaptado ao ecossistema fluvial urbano e áreas lindeiras de Aparecida de Goiânia. Além disso, na avaliação também será utilizado os parâmetros da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), este apresenta diretrizes de classificação ambiental para qualidade dos cursos d'água, a fim de atender as necessidades da comunidade.

## **METODOLOGIA**

### *Área de estudo*

O município de Aparecida de Goiânia - GO possui 278.539 km<sup>2</sup> de extensão, com densidade demográfica de 1.580,27 hab/km<sup>2</sup>, sendo que 35,7% das residências possuem rede de esgoto adequado e 8,3% das vias públicas apresentam infraestrutura básica (IBGE, 2010). Diante disso, o presente estudo foi realizado na microbacia do córrego Pindaíba, sendo este inserido na porção noroeste do município de Aparecida de Goiânia - GO, e possui aproximadamente 4 km<sup>2</sup> de curso d'água, intermediando o bairro Buriti Sereno e cerca de 1,70 km<sup>2</sup> está nos limites do bairro Itapuã (Figura 1).

Figura 1-Mapa de localização da área de estudo em Aparecida de Goiânia (GO), situado nos Bairros Buriti Sereno e Itapuã, 2021.



Fonte: os autores.

Essa microbacia foi escolhida previamente devido sua característica como componente do afluente do córrego Santo Antônio, uma vez que este é o principal curso hídrico da cidade, sendo importante para a drenagem urbana (RIBEIRO, 2013). Ademais, outro fator considerado foi o relatório produzido pela Superintendência Municipal de Defesa Civil (APARECIDA, 2020), em que aborda as irregularidades socioambientais quanto ao loteamento dos bairros, o que potencializou o atraso do desenvolvimento da infraestrutura da região. O Buriti Sereno é considerado um dos vários bairros com baixo desenvolvimento econômico, em que a ocupação residencial se deu por assentamentos e loteamentos de programas habitacionais (NUNES, 2017).

Para identificar a fitofisionomia do Cerrado que existia no local, foi considerado a afirmação de Ribeiro e Walter (2008), de que é preciso ponderar sobre as características físicas da vegetação, bem como a disposição das espécies na comunidade. Além disso, também pode ser avaliado a umidade do solo e o afloramento do lençol freático, ou seja, se o solo fica saturado a maior parte do ano, e também se há presença de nascentes (RIBEIRO; WALTER, 2008; PINHEIRO; DURIGAN, 2009).

Portanto, parte do bairro pode ser caracterizado como Vereda, haja visto que essa é uma fitofisionomia do Cerrado de ocorrência em vales, relevo plano com solo hidromórfico, próximo de nascentes ou Matas de Galeria; e são compostas por espécies arbustivo-herbáceas e principalmente pela *Mauritia Flexuosa* (popularmente conhecida como Buriti) dispostas espaçadamente, podendo ter até 15 metros de altura (RIBEIRO e WALTER, 2008). Entretanto, a definição do local de estudo não pode ser feita pelo tipo de solo, haja vista que este foi modificado por obras do loteamento. Outrossim, o local apresenta indícios de desmatamento durante o processo de urbanização, restando poucos testemunhos de Buritis.

Diante disso, as características de Vereda mais expressivas em grande parte do setor Buriti Sereno são: o solo encharcado, lençol freático emergente e várias nascentes localizadas dentro de lotes e nas vias. Essa situação foi observada mesmo durante o período de estiagem, o que gera incômodo nos moradores que adquiriram os lotes desde 1987 (APARECIDA, 2020), portanto, posterior a Lei 6.766/1979 e anteriores a Lei 12.651/2012 e pela Lei Complementar nº 5/2002 de Aparecida de Goiânia que não evitaram/mitigaram a construção do bairro. As leis mencionadas foram criadas com a finalidade de proteção de ambientes naturais específicos, bem como fornecer normas disciplinares para o uso do solo no município em questão, respectivamente.

### ***Protocolo de Avaliação Rápida***

O estado de Goiás possui peculiaridades ambientais que devem ser consideradas para a elaboração dos quadros de diagnóstico dos passivos ambientais. Sendo assim, o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) torna-se um elemento importante nas tomadas de decisões que efetivam o dinamismo das áreas analisadas a partir de uma listagem que oferece uma visão ambiental sistêmica.

Para o desenvolvimento deste estudo, utilizou-se a adaptação do modelo metodológico aplicado por Callisto et al. (2002), uma vez que foi composto por adequações dos trabalhos desenvolvidos pela Environment Protection Agency (EPA) e por Hannaford, Barbour, Resh (1997). Dessa forma, também se fez necessário utilizar como base a adaptação do PAR realizada pelo Pedroso e Colesanti (2018), em que citam a necessidade de ajustes dos modelos citados acima, uma vez que foram realizadas em ambientes com características diferentes dos córregos goianos. O PAR foi elaborado em

forma de planilha *check list* para abordar 12 parâmetros qualitativos, em que foram selecionados atributos 8 (ótimo), 4 (regular) e 2 (ruim), que esperava-se encontrar na microbacia do córrego Pindaíba (Tabela 1).

Tabela 1 – Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) composto por parâmetros físicos.

Parâmetros Físicos Avaliados	Pontuação		
	8	4	2
Ocupação das margens	Vegetação Natural	Campo de pastagem/ monocultura/ agricultura/ reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
Erosão nas margens	Ausente	Moderada	Acentuada
Cobertura vegetal	Total: acima de 90% da mata ciliar endêmica, com alta riqueza de espécies; baixa evidência de desflorestamento.	Parcial: 50 a 90% da mata ciliar endêmica, em que há espécies exóticas na composição da vegetação; solo exposto em alguns trechos.	Ausente: menos de 50% da mata ciliar endêmica, em que há homogeneidade da paisagem composta por espécies vegetais exóticas; há trechos ausentes de qualquer vegetação.
Assoreamento	Ausente	Moderado	Acentuado
Ações antrópicas	Ausente	Esgoto doméstico e/ou lixo	Esgoto Industrial; ponto de lançamento de águas pluviais; retificação do curso hídrico.
Comunidade aquática	Complexa: fácil em contro de macrófitas aquáticas, peixes, insetos aquáticos, anfíbios, etc.	Simples: difícil em contro de macrófitas e insetos aquáticos.	Ausente: não é possível encontrar nenhum grupo aquático.
Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Oleo/ industrial
Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Acentuada
Transparência da água	Transparente	Turva/ cor de chá forte	Opaca ou colorida
Tipo de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de tronco submersos; cascalhos ou outros habitats estáveis.	Menos de 50% de habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	Menos de 10% de habitats diversificados: ausência de habitats; substrato rochoso instável para fixação de organismos.
Resíduos sólidos	Ausente: não a lixo ou resíduos de construção civil no local.	Moderado: é possível observar em alguns trechos resíduos sólidos diversos.	Acentuada: o local possui grande quantidade de resíduos sólidos diversos.
Alteração da calha natural do córrego	Retificação ausente ou mínima.	Presença de canalizações diversas, pontes e/ou obras para escoamento de águas pluviais.	Acima de 80% do córrego modificado por atividades antrópicas.

Fonte: os autores.

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida foi submetida na bacia de drenagem destacada neste estudo considerando 8 pontos distribuídos ao longo do córrego para representarem todo o curso hídrico (Tabela 2). Deste modo, foram analisadas as características de preservação e degradação pelo Google Earth e *in loco*. A aplicação dos parâmetros foi realizada com base no conhecimento acerca das condições naturais do habitat, como também impactos ambientais que possam existir por estar localizado em ambiente urbano.



Tabela 2–Coordenadas geográficas dos pontos avaliados.

Ponto	Coordenada
1	-16.7756673,-49.326459
2	-16.783146,-49.321970
3	-16.779465,-49.319937
4	-16.777409,-49.317074
5	-16.775783,-49.312051
6	-16.778617,-49.306078
7	-16.780735,-49.303353
8	-16.784841,-49.300354

Fonte: os autores.

Tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, os eventos de mudanças ecológicas têm a sua manifestação no meio físico, sobretudo nos recursos hídricos. A análise dos padrões físico-químicos da água apresenta o seu estado atual que é consequência da dinâmica de uso da área de drenagem. Para este diagnóstico da água foram utilizados os parâmetros abordados nas diretrizes de qualidade da água que são determinados pela Resolução 357/2005 do CONAMA: (1) potencial hidrogeniônico (pH), sua variação ocorre pela interação entre sedimentação de rochas, composição da comunidade, água e ar (ALVES et al., 2008), que é um componente importante para avaliar a acidez, alcalinidade, toxicidade e solubilidade do ambiente aquático (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015); (2) oxigênio dissolvido (OD), que varia de acordo com o consumo de matéria orgânica na água pelas bactérias decompositoras (ROCHA, 2018); (3) turbidez, que representa os sólidos em suspensão que interferem na penetração de luz, mas atualmente também pode estar relacionada a patógenos (LIMA, 2008; SPERLING, 2005).

### *Análise da qualidade hídrica da microbacia*

A execução do trabalho ocorreu no dia 22 de outubro, durante o período de transição do tempo de estiagem para o chuvoso no Estado de Goiás. Os 8 pontos foram analisados separadamente, observando os parâmetros elencados na Tabela 1. Além disso, foi utilizado um equipamento multiparâmetro HANNA 9829 que analisa em tempo real os atributos da qualidade da água elencados por essa pesquisa.

Em alguns pontos utilizados para a aplicação do PAR, não era possível acessar o leito do córrego para análise físico-química da água. Portanto, o estudo foi realizado apenas em 4 localidades (pontos 3, 4, 6 e 8) que conferem de forma satisfatória a extensão

do curso hídrico. Dessa forma, os resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos foram comparados com os valores máximos apresentados pela Resolução 357/2005 do CONAMA com vistas a ter parâmetros quantitativos acerca da qualidade das águas.

## RESULTADOS

O tempo de realização do estudo na microbacia foram de 3 horas, em que as análises foram feitas em 1h41min somado mais 1h19min de deslocamento. Além disso, em média a aplicação do PAR foi realizada em 12 minutos, podendo ser dividida em dois momentos: 14 minutos para os pontos 3, 4, 6 e 8 (análise físico-química); 12 minutos para os pontos 1, 2, 5 e 7 (apenas parâmetros visuais).

Nos 8 pontos avaliados da microbacia, apenas as duas nascentes possuíam aproximadamente 80% da mata ciliar preservada, com algumas interferências antrópicas como: edificações, espécies vegetais exóticas (mangueira, bambu, gramíneas, bananeiras), erosão, e resíduos sólidos diversos (Figura 2). O segundo ponto, especificamente, foi uma chácara no passado que há passagem de um ponto de lançamento de águas pluviais, o que possivelmente originou um grande processo erosivo no local. Além da nascente assoreada, parte da erosão foi aterrada com resíduos sólidos não tratados (Figura 2).

No Ponto 3 há algumas erosões e movimentação de solo pela Secretaria de Infraestrutura de Aparecida de Goiânia, pois há o processo de pavimentação asfáltica no local. O tributário do córrego Pindaíba (Ponto 1) transpõem a avenida, por isso ao findar das obras irá receber grande volume de escoamento superficial durante o período chuvoso. Embora, há relativa presença de cobertura vegetal, existe um trecho com solo exposto e presença de plantação de hortaliça, como também a água estava com a cor cinza. Ademais, esse ponto teve melhor avaliação físico-química, obtendo pH de 6,6, oxigênio dissolvido de 13,8 mg/L, e turbidez de 69 UNT (Tabela 3).

Dentre os pontos avaliados, o 4 é o mais preocupante no quesito “transparência da água” e “resíduos sólidos”, sendo ambos avaliados com pontuação “2”. Isso porque, há grande concentração de resíduos sólidos domésticos, de construção civil, e animais mortos, bem como a água tem coloração cinza. Na composição da vegetação é possível visualizar grande quantidade das espécies popularmente conhecidas como: bananeiras, bambus, mangueiras, mamoneiras e leucenas. Além disso, o Ponto 4 teve pior avaliação

para pH (5,5) e oxigênio dissolvido (4,48 mg/L O<sub>2</sub>), valores relativamente inferiores aos estabelecidos pela Resolução 357/2005 (Tabela 3).

Tabela 3– Resultados da avaliação dos parâmetros físico-químicos da água, obtidos de quatro pontos da microbacia do Buriti Sereno.

Parâmetros	Resolução 357/2005 Classe 1	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 6	Ponto 8
<b>pH</b>	6,0 a 9,9	6,6	5,5	5,9	7,0
<b>OD</b>	6 mg/L O <sub>2</sub>	13,8	4,58	8,6	5,8
<b>Turbidez</b>	40 UNT	69	49,2	8	157,4

Fonte: os autores.

Já no Ponto 5, os principais problemas encontrados foram as erosões das margens, ocupação das margens e ausência de cobertura vegetal. Então, partindo para o Ponto 6, em 2019 foi desativado um lixão clandestino em uma das margens do córrego, e a jusante deste local foi aplicado o PAR. Dessa forma, a partir do Ponto 6 a água torna-se transparente no curso d'água, permitindo observar uma pequena população de um organismo pelágico não identificado. Entretanto, a partir deste trecho o córrego encontra-se assoreado, sendo possível visualizar plásticos e resíduos de construção civil, bem como a mata ciliar não é existente. De acordo com a análise físico-química, este local apresenta oxigênio dissolvido (8,6 mg/L O<sub>2</sub>) acima do exigido pela Resolução 357/2005, porém o pH (5,9) encontra-se relativamente baixo (Tabela 3).

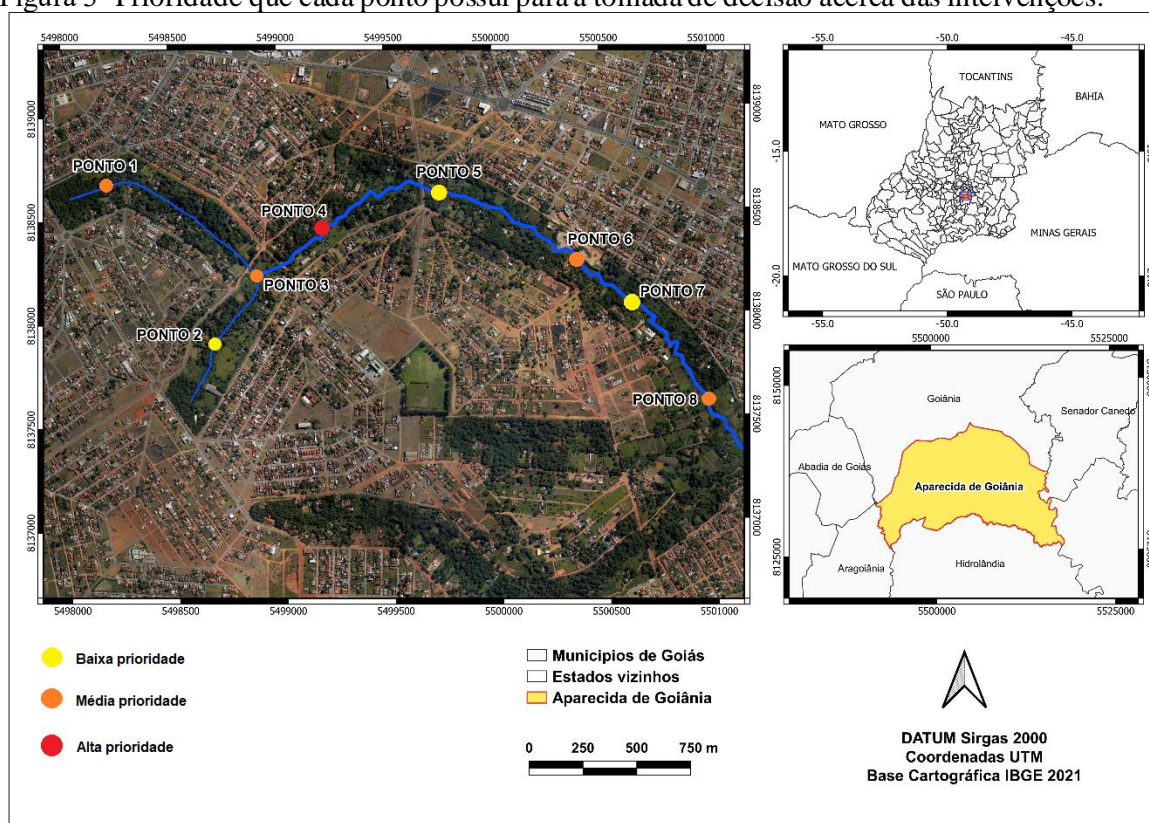
Figura 2—Trechos percorridos pelo córrego Pindaíba e Buritizinho. Ponto 1 (A), Ponto 2 (B), Ponto 3 (C) Ponto 4 (D), Ponto 5 (E), Ponto 6 (F), Ponto 7 (G) e Ponto 8 (H).



Fonte: os atores

Já nos Pontos 7 e 8, não foram encontrados organismos aquáticos, podendo destacar que no último ponto havia uma tubulação residencial e construção de um ponto de lançamento de águas pluviais (Figura 2). A mata ciliar é inexistente, sendo que há plantação de bananeiras, hortaliças e grandes erosões. A avaliação físico-química no Ponto 8 revelou pH (7,0) acima do esperado pela Resolução 357/2005, mas o oxigênio dissolvido (5,8) teve resultado relativamente ruim (Tabela 3).

Figura 3–Prioridade que cada ponto possui para a tomada de decisão acerca das intervenções.



Fonte: os autores.

Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos em cada ponto, foi possível obter 3 níveis de impacto: baixo, médio e alto. Embora, seja necessário ações ambientais ao longo da microbacia, o PAR pôde auxiliar a identificar os pontos mais críticos (Figura 3). Então, com base nas análises o ponto 4 possui alta prioridade diante as ações antrópicas que ocorrem no local, seguido dos pontos 1, 3, 6 e 8 com média prioridade, e os pontos 2, 5 e 7 que possuem baixa prioridade.

## DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos, a consolidação do bairro trouxe modificações na Vereda da região, não sendo diferente quanto ao córrego Pindaíba. O estudo pôde evidenciar as pressões que atividades antrópicas exercem sobre a qualidade ambiental das margens do curso d'água, como também influenciam na qualidade da água, na fauna aquática e diversifica de habitat. Isso é justificado pela integração entre as margens do córrego e ele próprio, pois a cobertura vegetal além de funcionar como um filtro para diversos poluentes, também estabelece o controle da entrada de nutrientes (material

alóctone), sedimentos e erosões, que, auxiliam na manutenção deste ecossistema (LEITE *et al.*, 2004; BUENO, 2009).

A baixa avaliação para o parâmetro “erosão das margens” e “assoreamento” pode ser justificada pela alteração da cobertura vegetal. Isso porque, a vegetação ripária impede que o escoamento superficial transporte sedimentos, que normalmente são classificados como solo, mas podem haver resíduos sólidos (VOGEL; ZAWADZKI; METRI, 2009). Dessa maneira, o solo exposto torna-se instável durante o período chuvoso, podendo causar assoreamento, como também a ausência de cobertura vegetal que influencia na disponibilidade de alimento da comunidade aquática, alterando a cadeia trófica (GIULIATTI e CARVALHO, 2009; NACFUR; FÉBOLI; NOGUEIRA, 2016). Outro ponto relacionado aos parâmetros já expostos é o “tipo de fundo” que foi avaliado pela presença de troncos submersos, cascalhos, substrato rochoso, entre outros. Para o habitat ser diversificado é necessário que haja a mata ripária, que produz o material alóctone.

O resultado mediano da “ocupação das margens” retoma ao que foi exposto anteriormente no trabalho, de que o processo de urbanização da região iniciou antes da criação de leis que protegem e norteiam quanto à ocupação da margem de córregos. Portanto, esperava-se não encontrar um cenário positivo a respeito dos atributos “cobertura vegetal” e “ocupação das margens”, porém ainda há áreas sem uso humano. Dessa maneira, esses podem entrar em acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012 e a Lei Complementar nº 5/2002 de Aparecida de Goiânia para garantir a preservação ambiental, uma vez que Callisto, Moretti, Goulart (2001) afirmam que o entorno influencia na qualidade hídrica.

Um dos dados obtidos que tornou o Ponto 4 mais impactado é a presença de esgoto. Essa afirmação pode ser comprovada pela ausência de transparência da água, que em alguns trechos encontrava-se cinza, remetendo a poluição do curso d'água (SILVA, 2015), mas que não foram verificadas oleosidade ou odor. Sendo assim, é importante salientar que a coloração atípica da água é apenas pontual, ou seja, facilmente pode ser evitada interrompendo a ligação da tubulação para descarte clandestino dos efluentes.

Os parâmetros “ações antrópicas”, “resíduos sólidos” e “alteração da calha natural do córrego” podem ser correlacionados. Dessa maneira, em todos os trechos avaliados foi possível verificar resíduos sólidos, e em alguns havia obras para escoamento superficial em construção ou consolidados. Esta última precisa ser avaliada pelos engenheiros da Prefeitura, haja visto, que o volume de água transportado para o local pode acarretar em

erosões, se não houver barreiras para dissipação da força das águas. Por último, não foi observado obras de retificação do córrego.

Do ponto de vista da Resolução 357/2005 do CONAMA para águas doces de classe 1, o pH nos Pontos 4 e 6 não está dentro dos limites estabelecidos. Segundo Nogueira; Costa; Pereira (2015), esse atributo pode estar relacionado à aspectos naturais (rocha, seres vivos, ar e água), mas também às ações antrópicas (despejo de efluentes), sendo indispensável para a manutenção da vida aquática. Além disso, o resultado do oxigênio dissolvido no Ponto 4, teve valor inferior (4,58 mg/L O<sub>2</sub>) ao proposto pela resolução (6 mg/L O<sub>2</sub>), sendo este relacionado a vários fatores e entre eles estão: as atividades biológicas, corredeiras e atividades antrópicas (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015; ROCHA, 2018).

Relacionando os dois parâmetros mencionados, há possibilidade de poluição das águas no Ponto 4, devido o descarte pontual de efluentes. Quanto aos demais pontos, não há indicativos de poluição de acordo com os valores de pH e OD estabelecidos pelo CONAMA. Em relação a turbidez os valores acima de 40 UNT em 3 pontos, podem estar relacionados aos processos erosivos e assoreamento ao longo do córrego, mas nos Pontos 3 e 4 existe a possibilidade de as águas turvas estarem relacionadas ao descarte de efluentes (LIMA, 2008; SPERLING, 2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nenhum dos pontos teve avaliação “6” (Preservado) para todos os parâmetros qualitativos, sendo que a maioria recebeu qualificação “4” e “2” (Intermediário e Impactado, respectivamente). A avaliação baixa é indicadora de que o córrego está impactado pelas ações antrópicas do entorno urbanizado, porém de acordo com o resultado dos parâmetros físico-químicos ainda é possível reverter a problemática com ações simples: correção de erosão e uso do solo, reflorestamento, limpeza de resíduos sólidos, interrupção de descarte de efluentes, bem como a construção de estruturas de contenção em áreas prioritárias. A utilização do Protocolo de Análise Rápida demonstra ser um método eficiente, rápido e barato que pode ser utilizado pela Prefeitura de Aparecida de Goiânia, em outras áreas ripárias, a fim de melhorar as tomadas de decisão quanto a gestão dos cursos hídricos da cidade.

Por fim, sugere-se retirar os parâmetros “oleosidade da água” e “odor da água”, uma vez que não foi observado alterações em nenhum dos pontos avaliados. Além disso, é preciso dar continuidade aos estudos na bacia do córrego Pindaíba com vistas ao reconhecimento da qualidade das águas superficiais. Para tanto, deve ser adotado mais parâmetros com vistas ao melhor reconhecimento tanto de suas condicionantes, bem como da possibilidade de suas consequências, traçando assim, melhores respostas quanto às fontes de poluição se pontuais ou difusas.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. C. et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

APARECIDA DE GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 5/2002 de Aparecida de Goiânia**. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo, na área urbana e rural do Município de Aparecida de Goiânia e estabelece outras providências urbanísticas. (Plano Diretor) (Modifica o art 74º pela Lei complementar 103/15). 2002.

APARECIDA DE GOIÂNIA. **Relatório Técnico nº 47**. Superintendência Municipal de Proteção e Defesa Civil, 2020.

APARECIDA DE GOIÂNIA. **Relatório Técnico nº 57**. Superintendência Municipal de Proteção e Defesa Civil, 2020.

BARBOSA, Z. N. T; OLIVEIRA, W. N; OLIVEIRA, R. M. Análise multitemporal da ocupação urbana ao longo do Ribeirão Santo Antônio – Região de Aparecida de Goiânia-GO. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, INPE, p.1075, 2011.

BARBOUR, M. T. et al. **Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish**. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, EPA 841-B-99-002, 1999. Disponível em: <https://www3.epa.gov/region1/npdes/merrimackstation/pdfs/ar/AR-1164.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 357/2005**, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2005.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:



[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 30 de abril de 2021.

BUENO, M. L. **Fitossociologia das Formações Florestais Ribeirinhas na Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba, Campo Grande, MS, Brasil**. 108 f. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.

CALLISTO, M; MORETTI, M; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Atividades de Ensino e Pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

DE SOUZA, J. D. S.; BORGES, R.E. As migrações interestaduais para a Região Metropolitana de Goiânia: uma análise dos fluxos migratórios nos períodos de 1986/1991, 1995/2000, e 2005/2010. **Revista Interface**, Tocantins, v. 10, n. 10, p. 197-209, 2015.

GIULIATTI, T. L.; CARVALHO, E. M. Distribuição das Assembleias de Macroinvertebrados Bentônicos em Dois Trechos do Córrego Laranja Doce, Dourados/MS. **Interbio**, v. 3, n. 1, p. 4-14, 2009.

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, p. 853-860, 1997. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/271792849\\_Training\\_Reduces\\_Observer\\_Variability\\_in\\_Visual-Based\\_Assessments\\_of\\_Stream\\_Habitat](https://www.researchgate.net/publication/271792849_Training_Reduces_Observer_Variability_in_Visual-Based_Assessments_of_Stream_Habitat). Acesso em: 10 de março de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Senso Brasileiro de 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aparecida-de-goiania/panorama>. Acesso em: 5 de julho de 2021.

LEITE, E. C.; COVRE, T.B.; OMETTO, R. G.; CAVALCANTI, D. C. ; PAGANI, M. I. Fitossociologia e Caracterização Sucessional de um Fragmento de Mata Ciliar em Rio Claro/SP, Como Subsídio À Recuperação Da Área. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 31-41, 2004.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. 2. ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 2008. 245 p.

LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; JÚNIO, E. F. A. Utilização de um Protocolo de Avaliação de Impacto Ambiental em Sistemas Lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 18-32, 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**. 70 f.

Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutaí, 2019.

MARCIONILIO, S. et al. Avaliação da Integridade Ambiental de rio em área de zoneamento urbano: uso do PAR e Análise Laboratorial. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 9, n.8, p. e404985482, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5482>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

NACFUR, J. P.; FÉBOLI, A.; NOGUEIRA, D. C. Bioindicadores de Qualidade da Água: Avaliação Ambiental da Terceira Lagoa de Três Lagoas/MS Utilizando o Método de Biomonitoramento. **Conexão Eletrônica**, Mato Grosso do Sul, v. 13, n. 1, 2016.

NOGUEIRA, F. F; COSTA, I. A; PEREIRA, U. A. **Análise de Parâmetros Físico Químicos da Água e do Uso e Ocupação do Solo na Sub-Bacia do Córrego da Água Branca no Município de Nerópolis – Goiás**. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, Goiânia, 2015.

NUNES, F. G. Território digital: detecção dos padrões espaciais da desigualdade socioterritorial do município de Aparecida de Goiânia – GO. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 112-129, 2017.

NUNES, E. D.; BORBA, L. L. Avaliação dos efeitos do adensamento urbano na dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas – Aparecida de Goiânia – GO. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 2, p. 428-449, 2018. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/18119>. Acesso: 10 de dezembro de 2020.

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 de abril de 2021.

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. M. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Durante Período de Estiagem em Trechos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, Goiás. **Revista de Geografia**, Recife, v. 35, n. 3, p. 248-268, 2018.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. et al. Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 371-381, 2011.

PINTO, J. V. C. Periodização de Aparecida de Goiânia: da forma embrionária às novas funcionalidades no espaço fragmentado. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 87-106, 2009.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, (online) v.32, n.3, p.441-454, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/DFZHS7qbB9j8cjVvcwQQ9MQ/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic and Macroinvertebrates and Fish. **Environmental Protection Agency**, Office of Water, EPA/444/4-89-001, 1989. Disponível em: <https://www3.epa.gov/region1/npdes/merrimackstation/pdfs/ar/AR-1164.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2021.

RADTKE, L. **Protocolos de avaliação rápida: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d'água urbanos**. 88 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7883>. Acesso em: 4 de outubro de 2020.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: **Cerrado: ambiente e flora** (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.89-166.

RIBEIRO, T. G. **Avaliação da Qualidade Ambiental no Município de Aparecida de Goiânia**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

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 e Água**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 143-155, 2008.

SANTANA, M. N. R. Identificação dos Impactos Ambientais da Ocupação Irregular na Área de Preservação Permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia. **Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Londrina, 2011. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/VI-009.pdf>. Acesso em: 04 de outubro de 2020.

SENSOLO, D. et al. Influence of landscape on assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v. 48, p. 391–400, 2012.

SILVA, F. G. **Impactos Ambientais Ocasionados Pelos Efluentes das Lavanderias de Jeans em um Trecho Do Córrego Monjolinho em Jaraguá – GO**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEvangélica, Anápolis, 2015.

SILVA, J. M. et al. Protocolo de Análise Rápida: Alternativa para Avaliar Qualidade Ambiental em Riachos de Cabeceira em Mata Atlântica, Sul do Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 44, n. 165, p. 47-60, 2020.

SOUZA, D. M. B. L. D.; FRATTARI, N. F. **Estudo de caso: Plano Diretor de Aparecida de Goiânia**. Goiânia: 2009. Disponível em:

[https://cipgeo.iesa.ufg.br/up/195/o/Relatorio\\_Final\\_\\_Aparecida\\_de\\_Goiania.PDF](https://cipgeo.iesa.ufg.br/up/195/o/Relatorio_Final__Aparecida_de_Goiania.PDF).

Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

SOUZA, G. B. N. Degradação ambiental e ocupação do solo na várzea do rio Ouricuri, Capanema/PA. **Revista do Departamento de Geografia**, Rio de Janeiro, v., p. 800 a 807, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.3/044/044.htm>. Acesso em: 4 de novembro de 2020.

SOUZA, M. E. **Apropriação de Áreas Públicas em Aparecida de Goiânia**: uso, abandono e gestão na cidade atual. 104 f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014

SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

TEODORO, V. L. I. et al. Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>. Acesso em: 10 ago. 2021.

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**, Espírito Santo, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

VOGEL, H. F., ZAWADZKI, C. H., & METRI, R. (2009). Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **Revista De Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 4, n. 1, p. 24-30, 2009.