

UTILIZAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIO (PAR) E DE AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DE FLORA (AER) PARA O DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO CÓRREGO JOÃO CESÁRIO E DE SUAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - CIDADE DE ANÁPOLIS (GO)

Ricardo Ribeiro Dias

Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil
ricdias@uft.edu.br

Rodrigo Sabino Teixeira Borges

Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins, Palmas, TO, Brasil
rodrigossabino10@gmail.com

Eduardo Ribeiro dos Santos

Universidade Estadual do Tocantins, Palmas, TO, Brasil
eduardobio2@gmail.com

Jailton Soares dos Reis

OIKOS Pesquisa Aplicada Ltda., Palmas, TO, Brasil
soreja@gmail.com

RESUMO

Cursos d'água urbanos são muito pressionados pelo uso em suas margens, e as áreas de preservação permanente (APP) ocupadas por diversas atividades humanas desrespeitando a legislação ambiental existente. Além das ocupações irregulares, o sistema de drenagem urbana é mais um elemento que afeta os canais fluviais, a qualidade e a disponibilidade hídrica, e que proporciona mais eventos de cheia. Mediante esse quadro, realizou-se na microbacia do córrego João Cesário - Anápolis (GO) - um diagnóstico das condições ambientais com aplicações do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) e Avaliação Ecológica Rápida (AER), para a elaboração de proposta de plano de recuperação das APPs degradadas. Nos canais da microbacia realizaram-se 45 pontos com aplicação do PAR, contendo 13 fatores de análises. Os fatores eram avaliados por equipe técnica que atribuía notas de 1 a 4 - 1 indicando a pior situação e 4 a melhor condição ambiental local. Em mais 17 pontos efetuou-se a aplicação da AER da vegetação. Registrou-se o grau médio para qualidade ambiental da microbacia, todavia ocorrem locais críticos dentro da APP com graus baixo e muito baixo de qualidade ambiental ligados à erosão no canal e em suas margens, a instabilidade de taludes do canal, o assoreamento e a presença de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Avaliação qualitativa. Córrego João Cesário. Área de preservação permanente. Qualidade ambiental. Cursos d'água urbanos.

USE OF RIVER RAPID ASSESSMENT PROTOCOL (RAP) AND FLORA RAPID ECOLOGICAL ASSESSMENT PROTOCOL (REA) FOR DIAGNOSING ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE JOÃO CESÁRIO STREAM AND ITS PERMANENT PRESERVATION AREAS - CITY OF ANÁPOLIS (GO)

ABSTRACT

Urban watercourses are under great pressure due to the use of their banks, and permanent preservation areas (PPA) are occupied by several human activities, disrespecting existing environmental legislation. In addition to irregular occupation, the urban drainage system is another element that affects river channels, water quality, and availability, and which causes more flood events. Based on this scenario, a diagnosis of environmental conditions was carried out in the João Cesário Stream watershed - Anápolis (state of Goiás) - with applications of River Rapid Assessment Protocol (RAP) and Flora Rapid Ecological Assessment (REA), for the preparation of the recovery plan proposal for degraded PPAs. In the watershed channels, 45 points were carried out with the application of the RAP, containing 13 analysis factors. The factors were evaluated by a technical team that assigned scores from 1 to 4 - 1 indicates the worst and 4 the best local environmental condition. At 17 other points, the REA for vegetation was applied. An average level of environmental quality of the watershed was recorded; however, there are critical locations in the PPA with low and very

low levels of environmental quality related to erosion in the channel and its banks, instability of the channel slopes, siltation, and solid waste.

Keywords: Qualitative assessment. João Cesário Stream. Permanent preservation area. Environmental quality. Urban streams.

INTRODUÇÃO

O diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas é um elemento indispensável para a avaliação das condições atuais de uso das riquezas naturais, dos impactos ambientais existentes e para a determinação do grau de alteração das paisagens, incluindo a zona ripária. Um diagnóstico facilita o planejamento e a proposição de ações de recuperação ambiental, fundamentais para a gestão de bacias de cursos d'água urbanos, rurais ou mistos (SALLES et al., 2008).

Bacias de cursos d'água urbanos acabam mantendo conexão com os sistemas de drenagem das cidades. Esses sistemas, geralmente, conectam galerias e emissários de águas pluviais aos cursos d'água retificados ou não, tamponados ou não, ou mantidos em condições naturais. Os canais fluviais são margeados por zonas ripárias e áreas de preservação permanente (APPs) em intenso grau de antropismo, exibindo diversos tipos de usos da terra, principalmente, edificações comerciais ou residências, e arruamentos pavimentados ou não. Muito facilmente, as zonas ripárias dos cursos d'água urbanos acabam expondo conflitos entre os usos da terra e o Código Florestal brasileiro (BRASIL, 2012).

Uma ferramenta que auxilia na execução de um diagnóstico ambiental de canais fluviais e ambientes, onde estão inseridos, é o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR). No país, o protocolo é internalizado por Callisto et al. (2002) e, Rodrigues e Castro (2008), com enfoques para o monitoramento ambiental. A partir de então, diversos trabalhos de diagnóstico ambiental de canais e ambientes fluviais foram realizados usando o PAR, onde o *check list* de fatores ambientais foram adaptados às condições particulares das paisagens (VARGAS e FERREIRA JÚNIOR, 2012; BIZZO; MENEZES; ANDRADE, 2014; SILVA e NASCIMENTO, 2017; PEDROSO e COLESANTI, 2018; CAMPOS e NUCCI, 2019; 2021; OLIVEIRA; VELOSO e ROSSONI, 2021; ANJOS; VASCONCELOS; NEGREIROS, 2021).

Os resultados obtidos por esses autores são avaliações qualitativas das condições ambientais. Eles ratificam a importância de utilização do PAR em diagnósticos ambientais e entendem que a ferramenta pode ser amplamente utilizada, já que permite a obtenção de resultados confiáveis com facilidade de aplicação, de forma rápida e de baixo custo. Além disso, as informações são úteis para a sensibilização da sociedade e dos gestores públicos quanto às questões de conservação de recursos hídricos. Oliveira, Veloso e Rossoni (2021) destacam que o PAR, combinado com as análises de qualidade das águas, pode propiciar um planejamento do uso e conservação da qualidade do curso d'água.

Outro instrumento que pode ser usado juntamente com o PAR é a Avaliação Ecológica Rápida (AER) da vegetação, pois ela também permite a obtenção de informações de maneira rápida e concomitante com o PAR, agregando mais valor aos resultados do diagnóstico ambiental.

Considerando os dois instrumentos de avaliação rápida, realizou-se o estudo de caso do córrego João Cesário em Anápolis (GO). Esta microbacia urbana foi selecionada por ter sido definida como prioritária para estudos voltados à recuperação ambiental pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente de Anápolis (COMDEMA). O objetivo foi executar o diagnóstico ambiental, por meio das aplicações do PAR e AER, para a elaboração de uma proposta de plano de recuperação das áreas de preservação permanente degradadas. Assim, neste artigo, apresentam-se os resultados do diagnóstico ambiental com ênfase na aplicação dos dois métodos de trabalho.

METODOLOGIA

Área de estudo

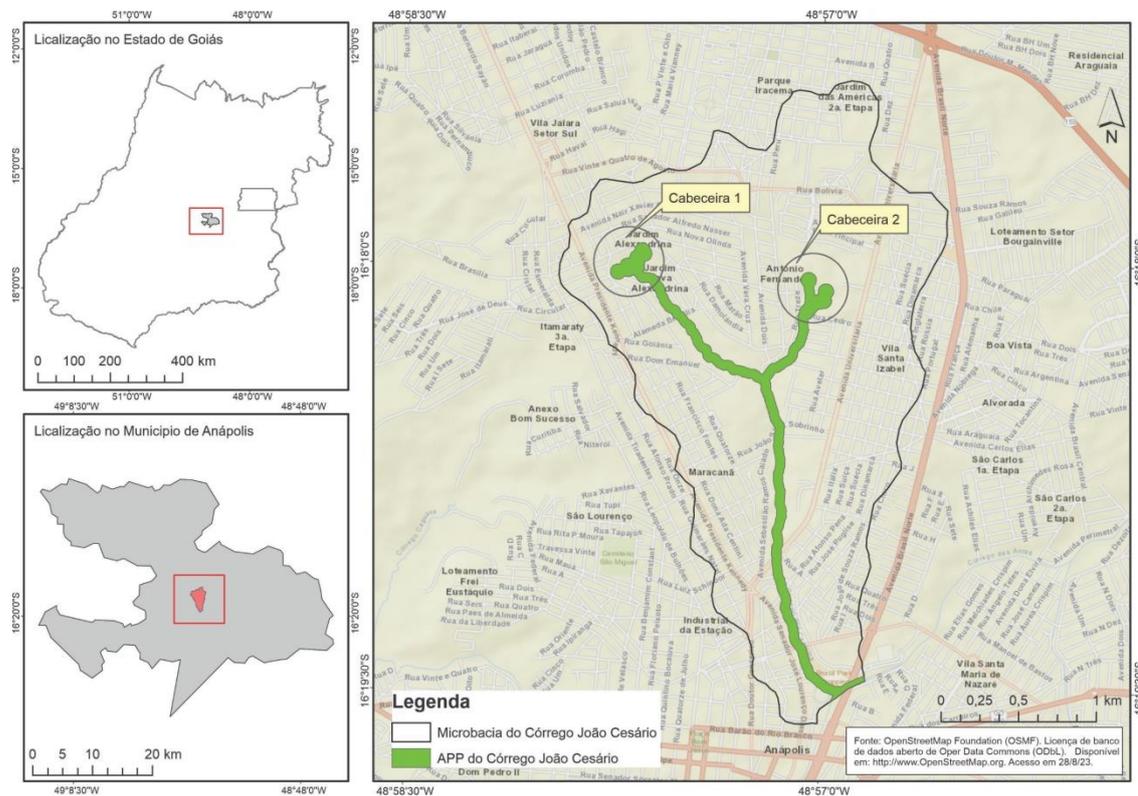
A microbacia do córrego João Cesário tem uma área de 5,71 km², um perímetro de 11,60 km e altitudes máxima e mínima de 1.140 m e 983 m, respectivamente (Figura 1). Ela conta com apenas quatro canais de primeira ordem e caracteriza-se como uma bacia de terceira ordem, conforme Strahler (1957). A

microbacia tem tendência natural a inundações (picos de cheia), o que é agravado pelo sistema de drenagem urbana.

O regime pluviométrico de Anápolis e da região de entorno caracteriza-se por duas estações distintas - a chuvosa e a seca. O clima encontrado é do tipo Tropical semiúmido central, conforme Thornthwaite e Mather (1955), que é influenciado pelas altitudes entre 700 e 1.250 m. A precipitação pluviométrica anual fica entre 1.450 e 1,850 mm, sendo os meses de dezembro a fevereiro os mais chuvosos. O excedente hídrico anual é de 400 a 600 mm., e o déficit hídrico de 150 a 250 mm no ano (NOVAIS, 2019). De forma parcial ou total, a microbacia do córrego João Cesário comporta 20 bairros da cidade de Anápolis, conta com uma população residente estimada de 27.811 habitantes, distribuída em 9.121 domicílios, conforme Censo Demográfico do IBGE (2011), que gera a densidade demográfica de 4.870 hab./km².

Na microbacia predominam litologias do Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu e as Coberturas Detrito-Lateríticas. O complexo mostra uma diversidade de rochas metamórficas de alto grau (fáceis granulito) e presença dos granulitos dominantes com aspecto macroscópico de gnaisses félsicos e máficos, foliados. Entre os granulitos se inserem corpos de metagranitoides e encraves de sequências de rochas metavulcanossedimentares tectonicamente alinhados na direção geral principal noroeste-sudeste (LOPES; LIMA; MAMEDE, 2006). As Coberturas Detrito-Lateríticas são formações superficiais constituídas de material inconsolidados de origem granítica, que são altamente laterizados e intemperizados.

Figura 1 - Localização da microbacia do córrego João Cesário – Anápolis-GO



Elaboração: os autores, 2023.

Conforme Lacerda (2005), o relevo da microbacia contempla modelados de aplanamento, de dissecação e de acumulação em planícies fluviais. Os topos planos (aplanamento) constituem áreas com gradientes inferiores a 2% e amplitude de relevo da ordem de 30 m.; ocorrem em altitudes entre 1.080 e 1.110 m. As rampas de primeira geração (aplanamento) também constituem interflúvios amplos, posicionados entre os topos planos de aplanamento e as baixas vertentes (relevo dissecado). Apresentam altitudes que variam de 1.000 a 1.080 m.

As baixas vertentes (relevo dissecado) ocorrem em faixas, geralmente de forma convexa e, mais raramente, retilínea. Elas têm declividades medianas, geralmente no intervalo de 8% a 20%, desníveis de 40 a 80 m e comprimento de encosta da ordem de 200 a 500 m.

A planície fluvial envolve formas de acumulação fluvial. Na área urbana, as aluviões desse ambiente são recobertas por depósitos tecnogênicos contendo areia, cascalho e resíduos diversos - telhas, entulhos de construção, tecidos, embalagens de plástico e fragmentos de vidro, madeira e carvão.

Ainda com base em Lacerda (2005), a microbacia exhibe latossolos vermelho-escuros de textura argilosa e relevo suave ondulado, e latossolos vermelho-amarelos de textura média/argilosa e, frequentemente, concrecionários. Nas áreas de acumulações, observaram-se gleissolos.

Na microbacia, as paisagens da zona ripária exibem vulnerabilidade natural à perda de solos por erosão relacionadas com as classes: vulnerável, moderadamente vulnerável, medianamente estável/vulnerável e moderadamente estável, conforme categorizado por Crepani et al. (2001). Destaca-se a classe vulnerável que compreende toda a extensão da área de preservação permanente (APP), que representa uma zona compreendendo os cursos d'água e suas margens que, pela própria dinâmica hídrica, se constituem em ambientes fortemente instáveis. Nos terrenos vulneráveis à perda de solos por erosão estão registradas erosões e instabilidades de encostas do canal e nas margens do córrego/nascentes (cicatrizes de movimentos de massa).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso da microbacia do córrego João Cesário foi realizado com enfoques exploratório e descritivo, fundamentados em levantamento bibliográfico e coleta de dados em campo. Iniciaram-se as atividades de levantamento de publicações técnico-científicas, em bases de dados disponíveis na internet, mantidas pela prefeitura de Anápolis, universidades, centros de pesquisas, instituições e organizações governamentais e não governamentais. Os documentos textuais ou cartográficos serviram de base para as análises, revisões e compilações de textos e dados estatísticos da área geográfica de interesse.

Os dados geográficos permitiram a montagem de um banco de dados em ambiente ArcGIS, versão 10.8 (ESRI), organizado segundo o sistema geodésico SIRGAS 2000 e projeção cartográfica *Universal Transversa de Mercator (UTM)*. Os dados foram organizados numa modelagem envolvendo um agrupamento de acordo com a sua natureza cartográfica: (a) dados de referência (formato vetorial); (b) dados temáticos (formato vetorial); (c) dados de sensoriamento remoto (formato *raster*); (e) dados de modelo digital de elevação (formato *raster*).

A hidrografia foi revisada mediante o uso das imagens orbitais Airbus de 06/05/2023 disponíveis no *Google Earth* e mediante transectos de alguns trechos em campo registrados com GPS. Foram gerados um *layer* referente a cursos d'água e outro para nascentes, ambos no formato vetorial. Os cursos d'água estão representados como feições lineares e as nascentes, como feições do tipo ponto, definidas como os pontos iniciais dos cursos d'água ou por meio de coordenadas com GPS de navegação coletadas durante a etapa de campo.

O arquivo foi editado no ArcGIS para a produção dos *layers* de hidrografia em precisão compatível com a escala 1:10.000, usando operações de edição. A edição consistiu na aplicação das especificações técnicas contida em Brasil (2016). Com a utilização dos *layers* de hidrografia cartografaram-se as APPs por operações de medida de distância em algoritmo disponível no *ArcGIS (buffer)*. Aplicou-se o Código Florestal, conforme capítulo II - das Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

Os dados temáticos de solos e relevo foram recortados de mapas preexistentes, nas escalas 1:250.000 e 1:60.000, respectivamente, com reinterpretações ou complementações baseadas em imagens CBERS-4A, órbita 208, ponto 133 (INPE, 2023). Para o mapa de cobertura e uso da terra, em escala 1:100.000, além da interpretação de imagens CBERS-4A, realizou-se a caracterização dos tipos de cobertura da terra, com ênfase para a cobertura florestal - composição florística das fitofisionomias remanescentes e das áreas de vegetação secundária - utilizando a avaliação ecológica rápida (SAYRE et al., 2003).

A declividade foi obtida diretamente da aplicação de algoritmo do ArcGIS (*slope*). O último *layer* dos dados geográficos temáticos gerado no diagnóstico refere-se à vulnerabilidade natural à perda de solos por erosão. A carta de vulnerabilidade foi obtida conforme Crepani et al. (2001).

O protocolo de avaliação rápida de rio (PAR), utilizado para o diagnóstico ambiental do córrego João Cesário, é uma inspeção visual do ambiente que substitui ou que agrega indicadores aos resultados das tradicionais análises físico-químicas e bacteriológicas de qualidade da água (CALLISTO et al., 2002; VARGAS e FERREIRA JÚNIOR, 2012). O método baseia-se na obtenção de informações qualitativas do meio onde se encontra um curso d'água (BERSOT; MENEZES; ANDRADE, 2015), e caracteriza-se por ser simples, de fácil aplicação e de baixo custo (RODRIGUES NETO et al., 2016).

Aplicou-se o PAR proposto por Callisto et al. (2002) com adaptações para sua maior adequação ao contexto ambiental da microbacia do córrego João Cesário. Durante a etapa de campo, uma equipe com quatro especialistas experientes em trabalhos ambientais (02 geógrafos, 01 geólogo e 01 botânico) percorreu os canais da microbacia do córrego João Cesário. Utilizou-se uma ficha de campo do PAR, atribuindo uma nota de 1 a 4 para cada fator de análise, em que 1 indica a pior condição e 4 a melhor condição ambiental local. Os fatores socioambientais analisados são exibidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Fatores socioambientais utilizados no PAR do córrego João Cesário

Fatores	Fatores
• Ocupação das margens do córrego/nascentes	• Erosão nas margens do córrego/nascentes
• Alterações no canal/nascentes	• Erosão no canal/nascentes
• Instabilidade de encostas do canal/nascentes	• Sedimentos no fundo do córrego/nascentes
• Cobertura vegetal nas margens do córrego/nascentes	• Densidade da cobertura vegetal arbórea nas margens do córrego/nascentes
• Resíduos sólidos no córrego/nascentes	• Saneamento
• Odor da água do córrego/nascentes	• Turbidez da água do córrego/nascentes
• Inundação da APP	

Elaboração: os autores, 2023.

Para determinação dos graus de qualidade dos pontos de registro de campo, procedeu-se o somatório das notas atribuídas para cada fator de análise e, posteriormente, uma classificação dos índices, conforme as classes e os valores exibidos no Quadro 2.

Quadro 2 - Graus de qualidade ambiental e classes utilizados no PAR.

Graus de qualidade ambiental	Classes	Índices
Muito alto	C1	13 a 20
Alto	C2	21 a 29
Médio	C3	30 a 37
Baixo	C4	38 a 45
Muito baixo	C5	46 a 52

Elaboração: os autores, 2023.

Para o estudo da vegetação utilizou-se a AER proposta por Sayre et al. (2003) que permite rápida caracterização dos tipos vegetacionais e da composição florística da área de interesse. Em campo, em cada ponto amostral, foi estabelecida uma linha de caminhada (FILGUEIRAS et al., 1994) em meio à vegetação, no sentido de maior extensão fazendo-se o registro do tipo fitofisionômico e das espécies inéditas de plantas observadas ao longo do trajeto. Para cada planta anotou-se o nome científico das espécies, nome popular (quando conhecido), forma de vida (hábito), registros fotográficos e o estado de conservação da vegetação, dentre outros.

Para classificação das espécies de plantas amostradas, adotou-se o sistema *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016). Para a nomenclatura e as sinonímias botânicas aplicou-se o sistema Flora e

Funga do Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2023). Para avaliar a similaridade florística entre as três áreas de vegetação nativa remanescentes, adotou-se o Índice de Similaridade de Sørensen (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

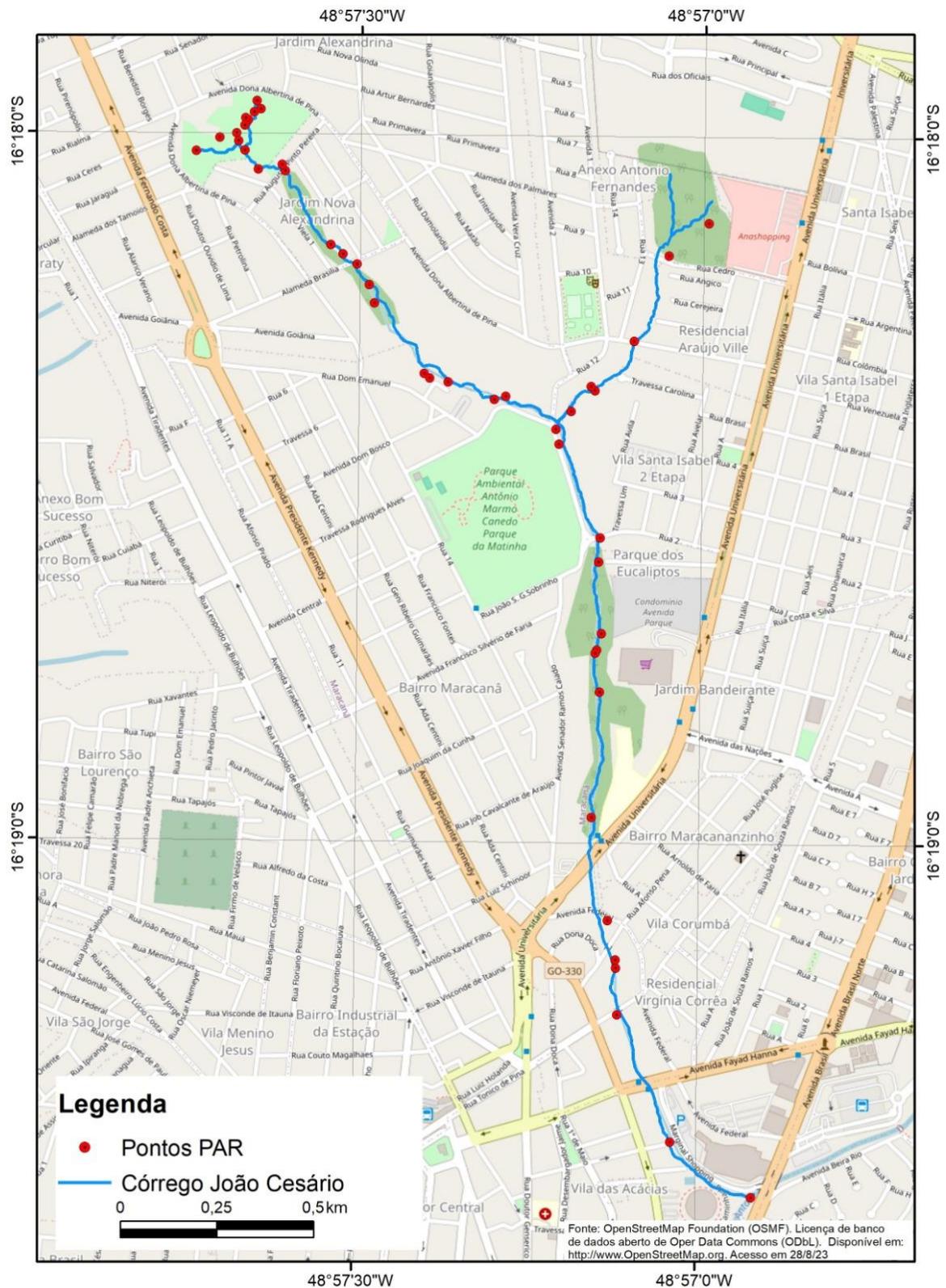
A conferência do grau de ameaça das espécies encontradas na microbacia do córrego João Cesário seguiu o sistema Flora e Funga do Brasil (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023) e o livro vermelho da flora do Brasil (MARTINELLI e MORAES, 2013), que seguem os critérios e categorias da lista vermelha das espécies ameaçadas, elaborada pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados 59 locais em campo para aplicação do PAR (em função das condições de acesso), e mais 17 pontos adicionais exclusivos de AER de vegetação. Houve maior distribuição de pontos de campo no alto curso em decorrência das nascentes, alta declividade e quantidade de locais erodidos. Para os médio e baixo cursos do córrego, há menor registro de pontos, uma vez que as paisagens são menos declivosas e os locais erodidos são menos frequentes e mais distantes. Para os 59 locais foram preenchidas fichas de avaliação do PAR das condições ambientais e realizados registros fotográficos nas APPs, nascentes e canal do córrego. Diretamente relacionados com o canal do córrego ou afluentes foram registrados 45 pontos, ao passo que os outros 14 pontos contam com observações dentro da APP. Os registros de campo envolveram transectos nas duas cabeceiras do córrego João Cesário e em toda a sua extensão até a confluência com o rio das Antas (Figura 2).

Os resultados da aplicação do PAR mostram que os pontos de observação de campo estão distribuídos nos graus de qualidade ambiental: alto, médio, baixo e muito baixo, conforme Quadro 3. Os resultados são reflexos de ocupações que não respeitam os limites legais das APPs do córrego João Cesário, do atual sistema de drenagem urbana e de ações da Companhia de Saneamento de Goiás (Saneago). Tanto o sistema de drenagem urbana quanto a Saneago utilizam os cursos d'água e suas nascentes como locais de descarte das águas pluviais ou de águas tratadas consideradas impróprias para a distribuição e o consumo. Os sistemas de drenagem urbana apresentam-se com ou sem dissipadores de energia apropriados aos volumes das águas neles descartadas.

Figura 2 - Distribuição dos pontos de campo com preenchimentos das fichas de PAR



Elaboração: os autores, 2023.

Quadro 3 - Distribuição e classificação dos pontos de registro de campo em termos das condições ambientais e graus de qualidade ambiental

FATORES AMBIENTAIS	ÍNDICES ATRIBUÍDOS AOS FATORES AMBIENTAIS POR PONTO DE REGISTRO DE CAMPO (P4, P5, P7...)																																														
	P4	P5	P7	P8	P9	P10	P12	P13	P14	P15	P17	P18	P22	P23	P24	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P36	P37	P38	P39	P40	P43	P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59		
Ocupação das margens do córrego/nascentes	4	4	1	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1	1	3	1	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	4	1	1	1	1	1	1		
Erosão nas margens do córrego/nascentes	4	4	4	1	1	3	2	3	3	2	2	3	2	3	4	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	4	3	1	2	2	4		
Alterações no canal	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	4	1	3	3	4	4	2	2	2	2	1	1	1		
Erosão no canal	4	4	4	1	1	2	3	1	1	3	2	2	3	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	2	1	1	1	4	4	
Instabilidade de encostas do canal	4	4	4	2	1	2	1	3	2	2	2	2	2	4	2	1	4	1	1	1	2	2	4	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	2	1	2	3	3
Sedimentos no fundo do córrego	4	4	3	1	2	1	2	1	1	2	1	2	3	3	3	3	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	3	4		
Cobertura vegetal nas margens do córrego/nascentes	4	4	2	2	4	2	4	4	4	3	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	
Densidade da cobertura vegetal arbórea nas margens do córrego/nascentes	4	4	3	2	4	2	2	3	3	2	4	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	
Resíduos sólidos	4	4	3	1	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	1	2	2	2	1	3	3	3	2	3	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	
Saneamento	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Odor da água	4	4	1	4	4	4	1	1	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2	3	4	3	2	3	2	2	
Turbidez da água	4	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	3	1	1	4	3	2	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Inundação da APP	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	3	3	2	2
TOTAL	52	50	39	29	34	34	28	33	34	34	32	40	38	43	35	36	38	33	33	37	41	34	38	36	32	29	32	33	33	37	36	34	34	28	33	29	34	29	31	38	31	28	29	32	35		
Condições ambientais: 1 = muito ruim, 2 = ruim, 3 = moderada, 4 = boa																																															
CLASSES	C5	C5	C4	C2	C3	C3	C2	C3	C3	C3	C3	C4	C4	C4	C3	C3	C4	C3	C3	C3	C4	C3	C4	C3	C3	C2	C3	C2	C3	C2	C3	C2	C3	C2	C3	C4	C3	C2	C2	C3	C3						

Elaboração: os autores, 2023.

Os registros de campo de aplicação do PAR distribuem-se pelas classes de condições ambientais muito ruim, ruim, moderada e boa. Os fatores socioambientais que se destacam em termos negativos são: (a) ocupação nas margens do córrego/nascentes; (b) erosão no canal; (c) instabilidade de encostas do canal; (d) sedimentos no fundo do córrego (assoreamento); e (e) turbidez da água. A presença de esgoto e lixo, dentro e no entorno do curso hídrico, é impacto preocupante, já que em todos os locais de observação houve registro de resíduos.

Em termos de **ocupação das margens** do córrego/nascentes, observou-se que 40% dos pontos de campo apontaram para situações muito ruim e ruim (Figura 3). As ocorrências de pontos críticos com índices muito ruim (14) ou ruim (4) estão situadas nos trechos do córrego que cortam todos os bairros, porém as maiores concentrações estão nos bairros Nova Alexandrina, Vila Santa Isabel, Maracanã, Vila Corumbá e Vila das Acácias. A ocupação das margens do córrego/nascentes (APP) encontra-se de maneira irregular à legislação ambiental, com casas, comércios, plantações e criação de animais, contribuindo para os processos erosivos, os assoreamentos, a perda e fragmentação de habitats naturais e a redução da estabilidade geológica-geomorfológica.

O fator **erosão nas margens** do córrego/nascentes foi registrado em 19 locais com condições negativas (muito ruim e ruim), o equivalente a 42% dos pontos de registros de campo (Figura 4). As ocorrências de pontos críticos classificadas com índices muito ruim ou ruim ficam ao longo dos trechos do córrego que atravessam os bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina, Vila Santa Isabel, Maracanã, Vila Corumbá e Vila das Acácias. Os locais mais críticos contam com erosões nas duas margens ou em apenas uma, e são dos tipos sulcos ou ravinas.

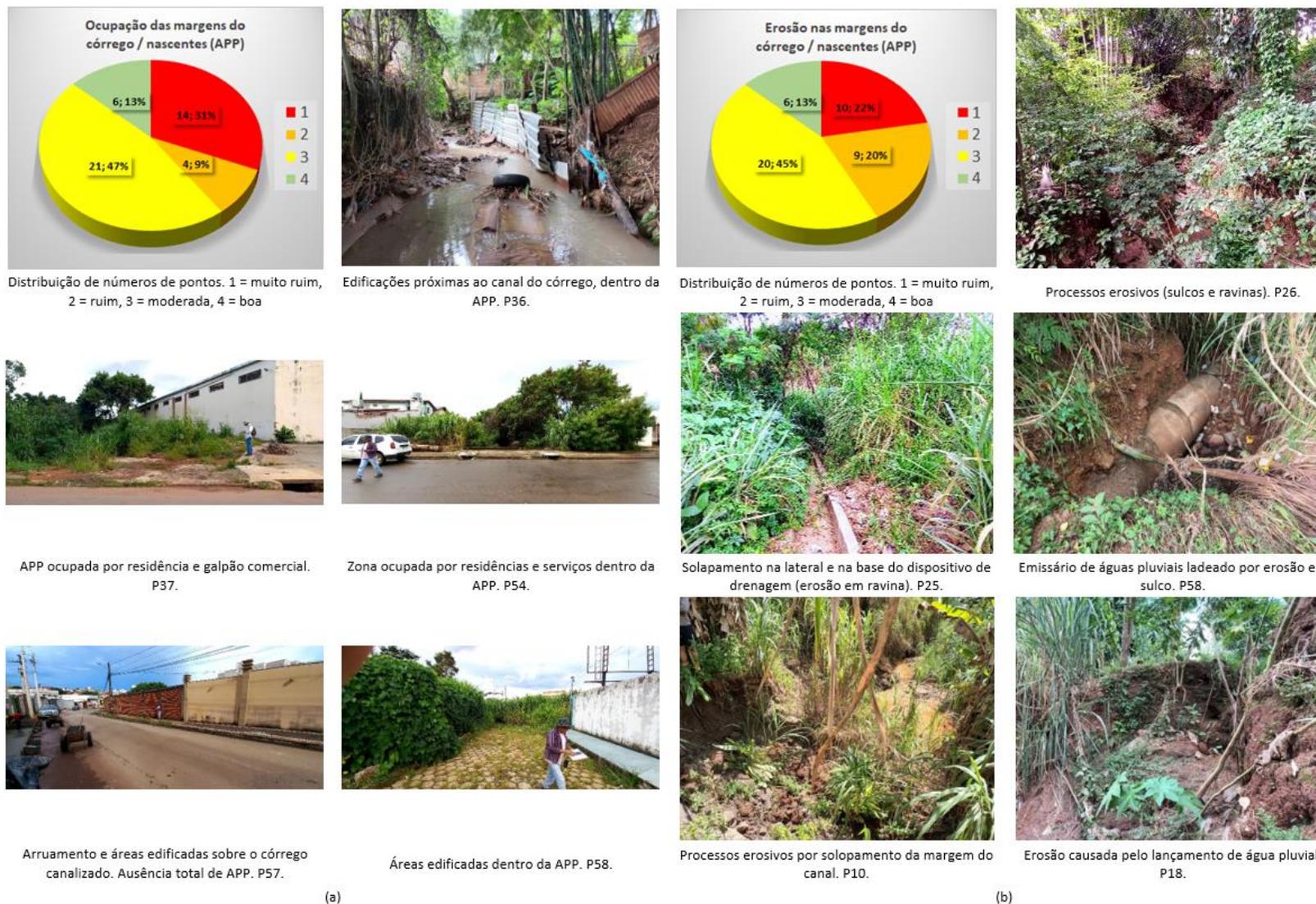
Quanto às **alterações no canal** do córrego, 13 pontos de registros estão com índices muito ruim ou ruim, ou seja, apresentam canalizações ou gabiões em uma ou nas duas laterais do canal. Tais locais correspondem a trechos do córrego que cruzam os bairros Jardim Nova Alexandrina, Maracanã, Jardim Bandeirante, Vila Corumbá e Vila das Acácias. Os 13 locais equivalem a 29% dos pontos de campo, estando os outros 32 locais em situações moderada e boa, correspondente a 71% dos pontos de registros de campo (Figura 4). Em condições moderadas têm-se 25 pontos, com trechos do córrego exibindo alterações, porém sem canalizações ou gabiões. Em sete locais registraram-se boas condições, com o córrego apresentando canal normal, ou seja, sem construções que alterem a paisagem.

O fator **erosão no canal** do córrego/nascentes foi registrado em 38 pontos, sendo observada a presença de erosão nas duas margens do canal com raízes expostas de vegetações arbustiva e arbórea/lenhosa. Dos 38 locais, 34 apresentam-se classificados com índices muito ruim ou ruim, alcançando 76% do total de pontos de registros de erosão. Na Cabeceira 2 até a confluência dos cursos d'água, próximo ao Parque da Matinha fica a maior concentração de pontos de erosão no canal (Figura 5). As erosões nas laterais do córrego são observáveis nos trechos que cortam os bairros Jardim Alexandria (inclusive nas nascentes), Nova Alexandrina, Maracanã, Jardim Bandeirante e Vila Corumbá. Somente a Cabeceira 1, no bairro Vila Santa Isabel apresenta boas condições naturais de estabilidade do canal.

A **erosão no canal e nas margens** do córrego/nascentes é consequência das ocupações irregulares dentro da APP e do sistema de drenagem urbana. Observa-se solapamento em alguns dispositivos de drenagem, erosões em sulcos, ravinas e voçorocas, em virtude da inexistência ou subdimensionamento de dissipadores de energia das águas descartadas. A erosão dos taludes também é evidenciada pela presença de vegetação com raízes expostas predominando ao longo do traçado do córrego. Para a redução da erosão e seus efeitos danosos, entende-se que devam ser construídos dissipadores do tipo blocos de impacto nas saídas dos emissários de maior vazão. Após eventos críticos (cheias), a rede de drenagem há de ser monitorada para reparos ou indicação de intervenções, e observações de agravamentos ou surgimento de novas erosões. Percebe-se que as alterações no canal do córrego com retificações e canalizações modificam as características do fluxo das águas das chuvas, principalmente, aumentando a energia cinética em períodos de cheias ou inundações. Retificações e canalizações devem ser evitadas ao longo do canal do córrego.

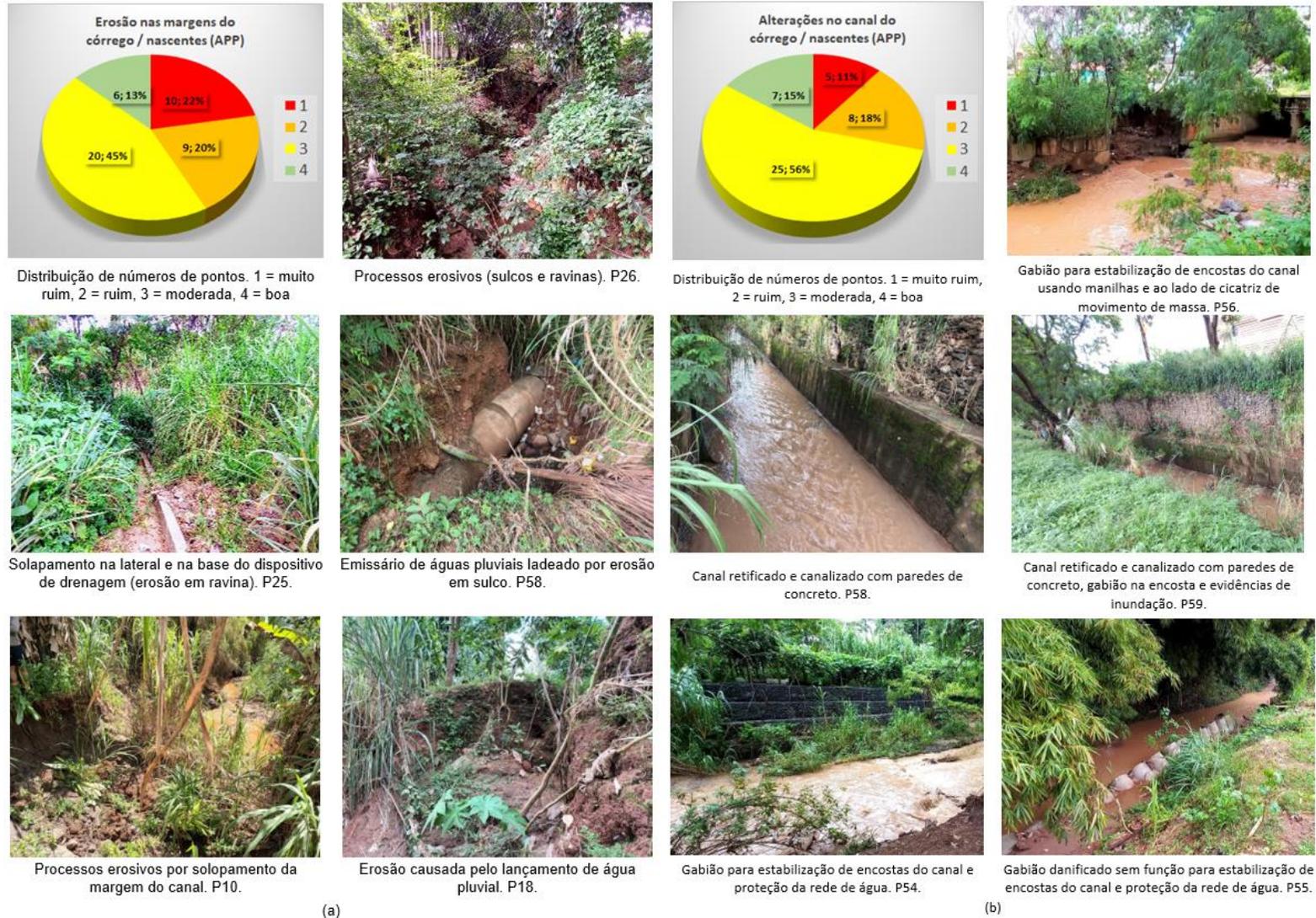
A **instabilidade de encostas** do canal é um fator que se destaca em relação aos demais fatores. Registraram-se 35 pontos de campo com índices muito ruim ou ruim, ou seja, com presenças de instabilidade de encostas em uma ou nas duas margens do córrego. Eles correspondem a 78% dos pontos de registros de campo, e estão localizados na Cabeceira 2, alto e médio curso do córrego João Cesário. Observaram-se muitas cicatrizes de movimentos de massa - escorregamentos e solapamentos (Figura 5). Em todos os bairros cortados pelo córrego, do Jardim Alexandrina à Vila Corumbá, há trechos contendo instabilidade de encostas do canal. Para este fator, somente a Cabeceira 1 não exibiu nenhum registro de instabilidade de encostas.

Figura 3 - (a) ocupação das margens do córrego/nascentes e (b) erosão nas margens do córrego/nascentes



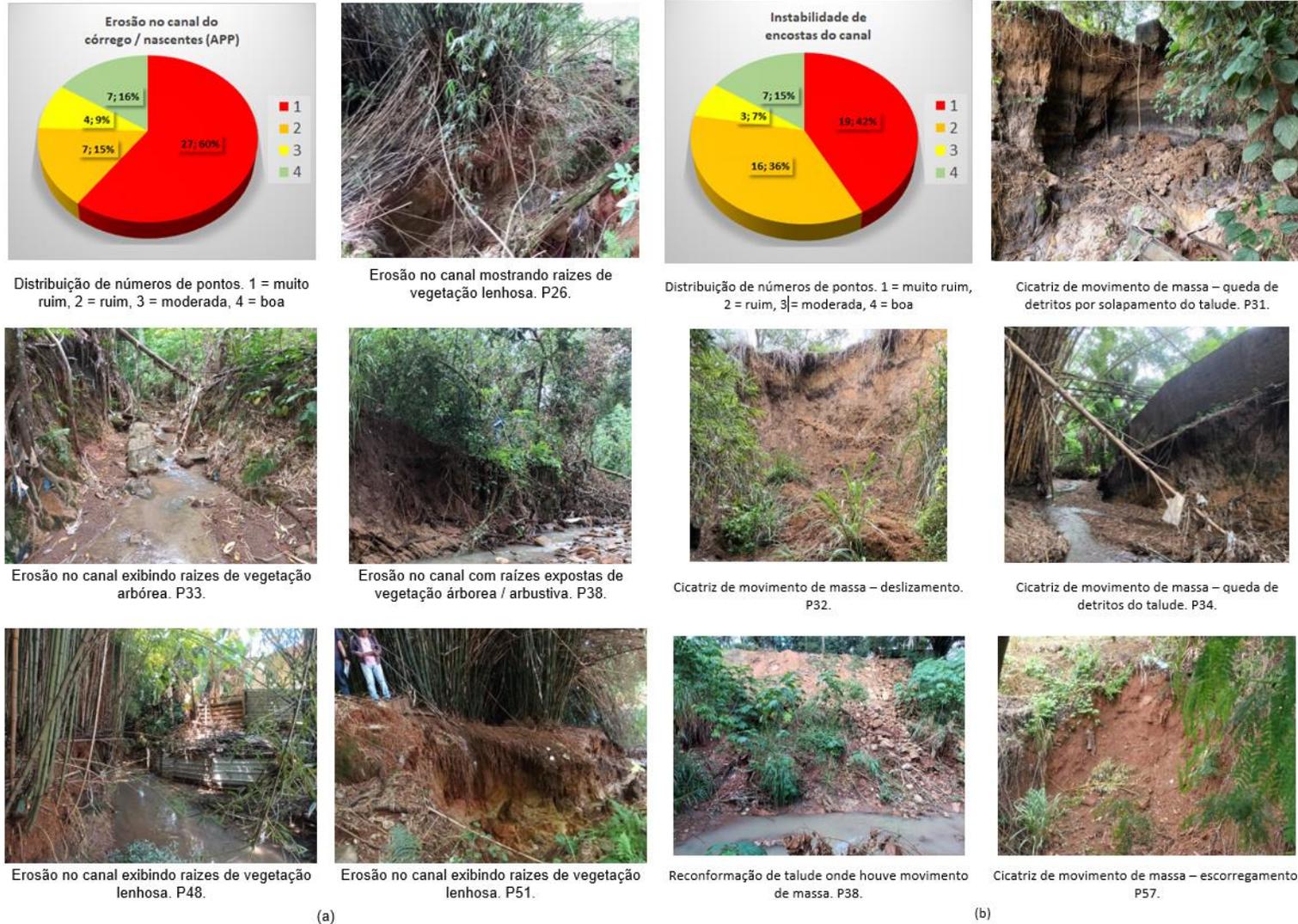
Elaboração: os autores, 2023.

Figura 4 - (a) erosão nas margens do córrego/nascentes e (b) alteração no canal do córrego/nascentes



Elaboração: os autores, 2023.

Figura 5 - (a) Erosão no canal do córrego / nascentes e (b) instabilidade de encostas do canal do córrego/nascentes



Elaboração: os autores, 2023.

A instabilidade de encostas do canal do córrego é fator crítico, pois em vários locais são exibidas cicatrizes de movimento de massa (escorregamentos e solapamentos) e trincas em calçadas de edificações próximas ao canal do córrego, evidenciando a vulnerabilidade dessas encostas e riscos às ocupações lindeiras ao canal ou dentro da APP. Isto contribui para danos econômicos em áreas de particulares ou em pontes, arruamentos e adutoras de água potável ou rede de esgoto.

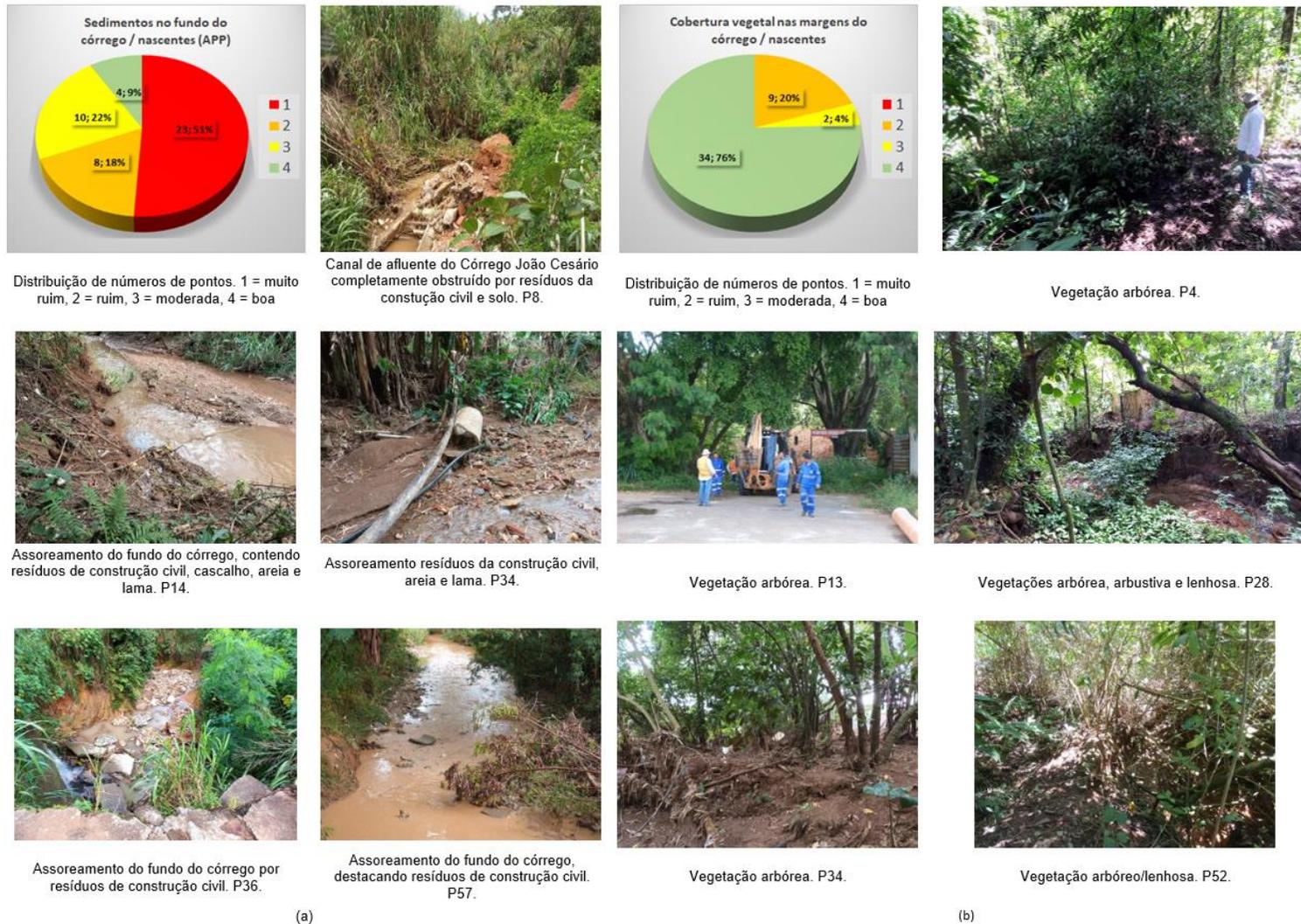
Para o fator **sedimentos no fundo** do córrego/nascentes, que evidencia a observação de assoreamento, apenas em quatro locais não foi registrado material depositado dentro da calha do córrego. Observaram-se, em 31 dos locais de registro de campo, condições negativas (muito ruim e ruim), o correspondente a 69% dos pontos de registros de campo (Figura 6). As ocorrências de pontos críticos classificadas com índices muito ruim (23) e ruim (8) estão associadas às condições muito assoreadas, com o fundo do córrego apresentando lama ou areia, resíduos de construção civil, cascalhos e pedras, passo que dez locais são observados em condições moderadas de deposição. Os trechos do córrego com as ocorrências mais críticas ficam nos bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina, Maracanã e Vila Santa Isabel. O assoreamento reduz a profundidade da calha do córrego, promove a mudança da linha de talvegue e, conseqüentemente, favorece a erosão dos taludes em eventos de cheia, impactam a vida aquática e aumentam o risco de doenças de veiculação hídrica.

A **cobertura vegetal** nas margens do córrego/nascentes está presente em grande parte da extensão do curso d'água e nascentes. Durante a etapa de campo, observou-se a presença de vegetação, para as condições ausente, rasteira, arbustiva arbórea/lenhosa. Foram registrados 36 pontos de observação onde se verificam moderada (vegetação arbustiva) e boas condições ambientais (vegetação arbórea/lenhosa). Isto equivale a 80% dos pontos de campo (Figura 6). Os locais em tais condições estão distribuídos ao longo de todos os trechos do córrego que cruzam os bairros Jardim Alexandrina até a foz com o rio da Antas, entretanto, os locais mais críticos ficam associados aos bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina, Maracanã e Vila das Acácias.

O fator **densidade da cobertura vegetal arbórea** nas margens do córrego/nascentes foi registrado em termos de baixa, moderada e densa presença de vegetação. Em 31 locais notou-se que a vegetação ficou em condições ambientais com índice ruim, em razão da baixa densidade. Este número de pontos corresponde a 75% do total, com distribuição mais concentrada nos bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina e Vila Corumbá.

A cobertura vegetal nas margens do córrego/nascentes, presente ao longo de todo o canal, caracteriza-se principalmente por vegetação secundária. Em termos de vegetação nativa, há uma fragmentação, restando três remanescentes florestais, sendo dois situados em cada uma das cabeceiras do córrego, e outro localizado no Parque da Matinha. No geral, há o predomínio de vegetação arbórea /arbustiva e bambuzais, além de diversas espécies de capins (pastagens). Os bambuzais são utilizados como medidas para contenção de erosão pelo sistema radicular. Todavia, essa prática não tem se mostrado eficaz, já que, em vários locais, ocorrem solapamentos e, até mesmo, desbarrancamento das encostas do canal. Há necessidade de plantio de árvores, recuperação da zona ripária para o aumento da densidade da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nas margens do córrego/nascentes (APP) e substituição das áreas de capim, principalmente na faixa marginal (10 a 15 m) colada ao canal do córrego para gerar condições favoráveis à estabilização das encostas e formação de habitats de vida silvestre.

Figura 6 - (a) sedimentos no fundo do córrego/nascentes e (b) cobertura vegetal nas margens do córrego/nascentes



Elaboração: os autores, 2023.

Quanto ao fator **resíduos sólidos**, o canal do córrego João Cesário não apresenta boas condições ambientais. Registrou-se, em 43 pontos, que as condições ambientais são moderadas (25), ruim (9) e muito ruim (9). Em condições moderadas está registrada baixa presença de lixo e/ou de resíduos da construção civil no canal ou nas margens do córrego, perfazendo 56% dos locais de registro de campo. Por outro lado, as condições muito ruim e ruim alcançam 40% dos registros de campo e chamam a atenção pelo fato de estarem concentrados no trecho do córrego que corta os bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina e Maracanã (Cabeceira 2 até a confluência com curso d'água proveniente da Cabeceira 1) – Figura 7. Os resíduos encontrados são os mais variados, compondo-se por plásticos diversos, pneus, metais, móveis, marmiteix e resíduos da construção civil (tijolos, telhas e concreto) e madeira.

A presença de resíduos sólidos ao longo do canal fluvial é um impacto significativo, porém passível de mitigação. Nos bairros há de se evitar o descarte e carreamento de resíduos sólidos (lixo e resíduos da construção civil - tijolos, telhas, concreto), galhos e outros entulhos para o córrego João Cesário, e realizar adequações nos dispositivos de drenagem para serem capazes de bloquear a passagem desses resíduos. Além disso, é importante estabelecer um programa de coleta seletiva eficiente, incentivando moradores a separarem corretamente os resíduos em categorias. Isso deve contribuir para a redução da quantidade de resíduos descartados inadequadamente que chegam ao córrego e sua APP. O descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes deve ser fiscalizado, evitando o desrespeito às normas ambientais. Campanhas de educação ambiental são um instrumento para conscientização de moradores e empresários, sobre os impactos negativos do descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes no sistema de drenagem urbana conectado ao córrego João Cesário, assim como a importância da conservação da área de preservação permanente e de seus benefícios, ou seja, os serviços ambientais que elas oferecem.

Em termos de **saneamento** do córrego/nascentes, 40 pontos de observação apontam condições ambientais boas e apenas em cinco locais foram registradas condições muito ruim. Nos 40 pontos com condições ambientais boas, não se observam canalizações de esgoto doméstico, ou industrial, ou dejetos humanos nas margens do córrego, ao passo que nos outros cinco pontos, foram registradas as existências de canalizações de esgoto doméstico interligadas ao córrego (Figura 7). Os registros classificados como condições ambientais muito ruim ficam nos bairros Nova Alexandrina (1), Maracanã (3) e Vila Santa Isabel (1) -. Em todos os registros existem lançamentos de efluentes domésticos (esgotos) a céu aberto. Para o fator saneamento são necessárias que sejam interceptadas, por meio de ações de fiscalização periódicas por parte do setor público, canalizações clandestinas de esgotos doméstico, comercial e industrial no sistema de drenagem conectado ao córrego João Cesário, o que sem dúvida traria melhorias para a qualidade da água em termos de odor e turbidez da água, e poluição. É interessante buscar a preservação dos ambientes aquáticos, com monitoramentos regulares da qualidade da água para subsidiar ações de gestão e tratamento dos resíduos, e proteção das APPs das nascentes existentes nas Cabeceiras 1 e 2.

O fator **odor da água** foi observado em todos os locais, sendo registrados 32 pontos sem odor, o que representa 71% dos locais em boas condições ambientais. Os locais em condições desfavoráveis, com pouco (5), moderado (4) e muito odor (4) equivalem a 29% dos pontos de observação. Tais pontos estão distribuídos ao longo dos trechos do córrego que cortam os bairros Maracanã e Vila Isabel. No caso do Maracanã, houve registro de lançamento de esgoto residencial diretamente no curso d'água, enquanto na Vila Isabel observou-se que o rompimento da tubulação de esgoto da Saneago é o responsável pelo forte odor local.

A **turbidez da água** também foi um dos fatores ambientais observado em campo. Como o trabalho de campo foi realizado dentro do período da estação chuvosa, já era de se esperar maior frequência de locais de observação com grau moderado a muito ruim (muita turbidez da água). Registraram-se 40 locais que respondem por 89% dos pontos de observação de campo e caracterizam-se, respectivamente, em condições ambientais muito ruim (16), ruim (13) e moderada (11). Os cinco pontos com melhores avaliações (água límpida) ficam nas Cabeceiras 1 e 2, relacionados às nascentes. Os pontos em condições ambientais muito ruim/ruim distribuem-se pelos cursos d'água que cruzam os bairros Jardim Alexandrina, Nova Alexandrina, Maracanã, Vila Isabel, Jardim Bandeirante, Vila Corumbá e Vila das Acácias.

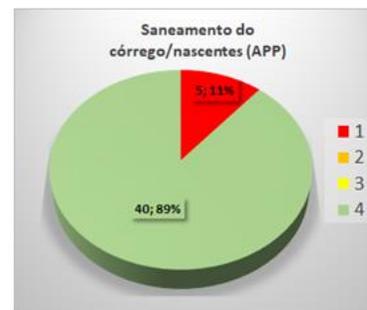
Figura 7 - (a) resíduos sólidos no córrego/nascentes e (b) saneamento



Distribuição de números de pontos. 1 = muito ruim, 2 = ruim, 3 = moderada, 4 = boa



Resíduos da construção civil. P8.



Distribuição de números de pontos. 1 = muito ruim, 2 = ruim, 3 = moderada, 4 = boa



Lançamento de esgoto por consequência do desabamento da ponte. P12.



Resíduos da construção civil (cerâmica vermelha). P24.



Restos de tecidos e material plástico. P29.



Lançamento de efluente doméstico. P47.



Lançamento de efluente doméstico. P49.



Resíduos da construção civil, plástico e metais. P38.



Material plástico, metais e pneus. P53.



Ponto de lançamento de efluentes. P50.

(a)

(b)

Elaboração: os autores, 2023.

O último fator analisado foi **inundação**. Para este fator foram encontrados apenas cinco pontos em condições ambientais ruim, onde há evidências de inundações, o que equivale a 11% dos locais de observação de campo. Dos outros 40 pontos, eles foram classificados como sem evidência de inundação (8) e sem inundação (32) correspondendo a 89% dos registros. Os locais críticos ficam nos bairros Nova Alexandrina, Maracanã, Vila Corumbá e Vila das Acácias. As inundações podem ser reduzidas ou eliminadas com a revegetação da zona ripária com espécies arbórea/arbustiva nativas e próprias de cada ambiente mapeado ao longo do córrego João Cesário, e com a revisão do sistema de drenagem pluvial.

Com a AER, agruparam-se os resultados do diagnóstico da flora do córrego João Cesário em duas abordagens: **florística das áreas de vegetação primária** e **florística geral** - vegetação primária e áreas degradadas. A florística das áreas com remanescentes de vegetação primária compreende dois trechos de Mata de Galeria (PV1 e PV3) e um de Mata Seca Semidecídua (PV4), que juntas contribuíram com 115 espécies distribuídas em 53 famílias botânicas. Na Tabela 1 estão apresentados os valores de riqueza de espécies e famílias para cada um dos pontos amostrais da vegetação primária.

Tabela 1 - Riqueza de espécies e famílias botânicas nos pontos amostrais de vegetação primária, no córrego João Cesário

PONTO AMOSTRAL	FITOFISIONOMIA	Nº DE ESPÉCIES	Nº DE FAMÍLIAS
PV 1	Mata de Galeria	57	36
PV 3	Mata de Galeria	72	44
PV 4	Mata Seca Semidecídua	60	34

Elaboração: os autores, 2023.

Do total de 115 espécies de vegetação natural, 102 são espécies nativas típicas desses dois tipos de formações florestais e 13 espécies são consideradas exóticas ou invasoras. As duas áreas de matas de galerias contribuíram com 96 espécies de plantas, enquanto na Mata Seca Semidecídua foram encontradas 60 espécies.

Fazendo uma análise da **similaridade florística** entre as três áreas de vegetação nativa, verifica-se que as duas matas de galeria representadas pelos pontos amostrais PV1 e PV3 apresentaram baixo índice de afinidade florística (46%). Quando se comparou a similaridade florística entre a Mata Seca Semidecídua (PV4) com as matas de galerias, os índices foram de 47% e 50%, respectivamente, para as matas dos pontos PV1 e PV3. Portanto, a maior afinidade florística, entre os pontos amostrais de vegetação nativa, foi entre a Mata Seca Semidecídua e Mata de Galeria do ponto amostral PV3 (Tabela 2). De modo geral, a similaridade é considerada alta entre duas áreas quando esse valor é superior a 50%.

Tabela 2 - Similaridade florística entre os pontos amostrais de vegetação nativa na microbacia hidrográfica do córrego João Cesário

PONTOS AMOSTRAIS	PV1	PV3
PV1	---	---
PV3	46%	---
PV4	47%	50%

Elaboração: os autores, 2023.

Embora na maior parte da microbacia do córrego João Cesário, a **vegetação nativa** já tenha sido suprimida, esses relictos de vegetação mostraram-se relevantes, pois o levantamento florístico revelou que tais fragmentos ainda guardam uma expressiva diversidade de importantes espécies da flora nativa típica do bioma cerrado, a exemplo do ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), o ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), o ipê-amarelo (*Tabebuia roseoalba*), a copaíba (*Copaifera langsdorffii*), o

angico (*Anadenanthera colubrina*), o garapiá (*Apuleia leiocarpa*) e o jatobá (*Hymenaea courbaril*), entre outras.

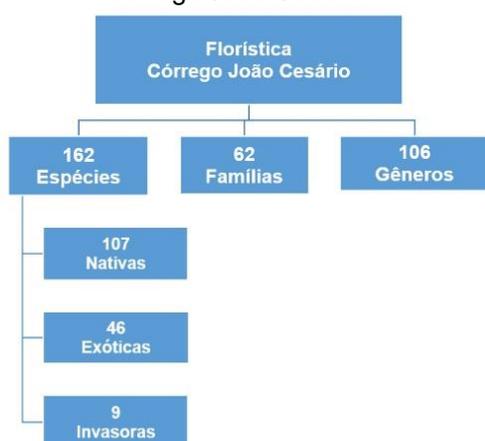
Os remanescentes de vegetação primária nas margens do córrego João Cesário desempenham importantes papéis ecológicos, servindo de habitat e de fonte de alimento para a fauna residente ou visitante, e atuam como verdadeiros bancos de germoplasmas, promovendo a dispersão de propágulos úteis para a regeneração natural da vegetação nas diversas bacias hidrográficas urbanas de Anápolis-GO.

A importância desses fragmentos da vegetação primária na microbacia do córrego João Cesário, como banco de germoplasma, foi constatada durante as expedições de campo para o diagnóstico da flora, pois em diversos pontos amostrais em áreas degradadas foram registradas plantas de espécies da flora nativa amostradas nos três remanescentes estudados como a embaúba (*Cecropia pachystachya*), sangra-d'água (*Croton urucurana*), garapiá (*Apuleia leiocarpa*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) e paineira-rosa (*Ceiba speciosa*), entre outras.

Os resultados da **florística geral - vegetação primária** e áreas degradadas, obtidos por meio da avaliação ecológica rápida da flora, registraram 162 espécies distribuídas 62 famílias e 106 gêneros (Figura 8). Desse total, 160 espécies pertencem ao grupo das angiospermas e duas são pteridófitas (samambaias). Vale ressaltar que nos pontos amostrais com vegetações secundárias constituídas por áreas degradadas foram registradas 47 espécies que não haviam sido amostradas nas três áreas com vegetação primária. Essas espécies adicionais estão representadas principalmente por plantas exóticas como margaridão (*Tithonia diversifolia*), capim-elefante (*Cenchrus purpureus*), capim-colonião (*Megathyrsus maximus*), plantas invasoras como picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. subalternans*), serralha (*Emilia fosbergii*) e erva-lanceta (*Eclipta prostrata*), bem como plantas cultivadas, a exemplo do milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), azeitona-preta (*Syzygium cumini*), jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*) e tamarindo (*Tamarindus indica*), dentre outras.

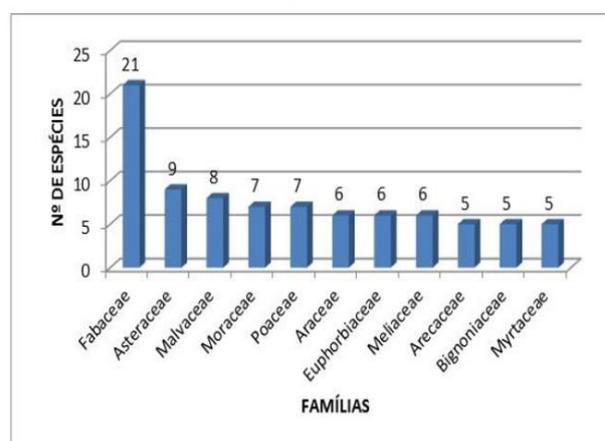
Do total de espécies amostradas (162), 107 são nativas da flora brasileira, enquanto 46 foram classificadas como exóticas e nove consideradas como plantas invasoras ou plantas daninhas. Analisando a distribuição de espécies por famílias botânicas, verifica-se que Fabaceae foi a que contribuiu com a maior riqueza específica de espécies no total (21), seguida de Asteraceae (9 spp.), Malvaceae (8 spp.), Moraceae (7 spp.) e Poaceae (7 spp.), entre outras, conforme Figura 9. As 11 famílias contribuíram juntas com 52% do total das espécies amostradas no presente estudo.

Figura 8 - Riqueza florística da microbacia do córrego João Cesário



Elaboração: os autores, 2023.

Figura 9 - Distribuição de número de espécies por família



Elaboração: os autores, 2023.

Analisando as 162 espécies quanto ao estado de conservação de acordo com os critérios da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021), não foram constatadas espécies Criticamente em Perigo (CR) ou Em Perigo (EN). Entretanto, quatro espécies estão classificadas como Vulnerável (VU), sendo garapiá (*Apuleia leiocarpa*), cedro (*Cedrela fissilis*), mogno (*Swietenia*

macrophylla) e mucuíba (*Viola surinamensis*). As espécies enquadradas nessa categoria são consideradas como de risco alto de extinção na natureza.

Outras quatro espécies figuram na categoria de Quase Ameaçada (NT), sendo peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*) e marupá (*Jacaranda copaia*). Essa categoria reúne espécies que não se qualificam como ameaçadas neste momento, estando, porém, próximo ou passível de ser categorizada em uma das categorias de ameaça em um futuro próximo de acordo com a IUCN. Os táxons categorizados como VU ou NT são considerados de alta preocupação para a conservação (IUCN, 2022).

Por outro lado, 15 espécies estão classificadas como Menos Preocupante (LC), tais como Angélica (*Guettarda viburnoides*), ata-da-mata (*Duguetia lanceolata*), angico-branco (*Albizia niopoides*), canela-preta (*Ocotea spixiana*) Gonçalo-Alves (*Astronium fraxinifolium*), guapeva (*Pouteria torta*), ingá (*Inga laurina*), ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), maracujá (*Passiflora edulis*), mulungu (*Ormosia arborea*), paineira (*Eriotheca candolleana*), pitainha (*Epiphyllum phyllanthus*), sansão-do-campo (*Mimosa caesalpinifolia*) e sete-capas (*Machaerium hirtum*). A categoria Menos Preocupante (LC) é aplicada a táxons que não se qualificam (e não estão perto de se qualificar) como ameaçados ou quase ameaçados, elas são espécies de ampla distribuição e abundantes (IUCN, 2022).

A maioria das plantas registradas nesse estudo, ou seja, 139 espécies estão enquadradas na categoria Não Avaliadas (NE). Estão enquadradas nessa categoria espécies que ainda não foram avaliadas em relação aos critérios da IUCN.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos globais, considera-se o grau médio para a qualidade ambiental da microbacia do córrego João Cesário, todavia ocorrem alguns locais críticos dentro da APP (qualidade ambiental com graus baixo e muito baixo), resultantes da ocupação desordenada nas margens do córrego/nascentes e do descumprimento do Código Florestal brasileiro (Lei federal nº 12.651/2012 - Brasil, 2012).

As presenças de erosão no canal e suas margens, instabilidade de taludes do canal (cicatrices de movimentos de massa), assoreamento e resíduos sólidos, além da perda e fragmentação de habitats, são fatores críticos que influenciam diretamente as condições ambientais da microbacia. O PAR foi capaz de capturar os principais problemas ambientais da microbacia que remetem às necessidades de recuperação ambiental do canal fluvial e da APP (vegetação florestal) do córrego João Cesário.

Por sua vez, a AER mostrou-se adequada a este tipo de estudo de caso, já que no mesmo período de tempo de execução dos trabalhos de campo gerou uma gama de informações de flora suficientes para o estabelecimento de um projeto de restauração florestal da APP, assim como possibilitou identificar uma lista de famílias e espécies ainda resilientes à antropização ao longo da zona ripária.

Desta forma, entende-se que o PAR combinado com a AER são dois métodos complementares que entregam resultados confiáveis em um curto espaço temporal e com baixo custo, e permitem registros de campo com alta quantidade de observações confiáveis, quando aplicados por equipes técnicas experientes. Eles juntos servem de instrumentos para os governos municipais avaliarem, monitorarem e intervirem no sentido de requalificar as microbacias urbanas e como balizadores para a proposição de medidas de recuperação ambiental ou de educação ambiental. No caso de educação ambiental, os temas a serem explorados na microbacia do córrego João Cesário devem ter como enfoques a coleta e destinação final de resíduos sólidos, descarte de efluentes (esgoto domiciliar) e os serviços ambientais que podem ser prestados pela APP.

Pode-se concluir que o PAR e a AER possibilitaram um levantamento de informações da situação atual da microbacia do córrego João Cesário suficiente para a elaboração de um plano de recuperação de áreas degradadas de preservação permanente desse canal fluvial. O projeto foi elaborado com previsão de execução nos próximos cinco anos (intervenções de bioengenharia e de restauração florestal). Para a recuperação da zona ripária ou da APP, em termos de restauração florestal, a AER foi fundamental para produzir a lista de espécies nativas conforme os tipos de ambientes. Para a recuperação da APP, também, é oportuno que aqueles que tenham áreas degradadas dentro desses ambientes assumam o compromisso de reparar, mitigar, eliminar ou reduzir os danos existentes ao meio ambiente local por meio de instrumento legal firmado com o poder público.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Secretaria de Obras, Meio Ambiente e Serviços Urbanos da Prefeitura de Anápolis, ao Conselho Municipal de Meio Ambiente de Anápolis (COMDEMA) e a empresa OIKOS Pesquisa Aplicada Ltda. que possibilitaram a divulgação desse conteúdo técnico-científico.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. P. R.; VASCONCELOS, F. C. W.; NEGREIROS, D. Diagnóstico ambiental do córrego do Bálsamo, Ibirité – MG, por meio de um protocolo de avaliação rápida. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 15, n. 39, p. 42-61, 2021. <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v15i39.5041>
- APG - Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20. 2016. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. de. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé – RJ. **Ambiência**, Guarapuava (PR), v.11, n.2, p. 277-294, 2015. <https://DOI:10.5935/ambiencia.2015.02.01>
- BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO**, Campos dos Goytacazes, v.04, n.01, p.05-13, 2014. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/20>. Acesso em: 29 abr. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 19 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. 2. ed. (versão 1.1 – mar. 2016) Comissão Nacional de Cartografia, Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, Brasília-DF, 2016. Disponível em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acesso em: 19 jan.2023
- CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p.91-98, 2002.
- CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo de avaliação rápida: uma proposta para rios urbanos. **Revista Geografar**, Curitiba, v.14, n.2, p. 267-286, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v14i2.59176>
- 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.º 21 (Junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 121-138, 2021. <https://dx.doi.org/%2010.17127/got/2021.21.005>
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, jun. 113 p. 2001. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 19.jan.2021.
- ESRI. **Portal for ArcGIS**. Versão 10.8. Atualize seu portal do ArcGIS Enterprise. Disponível em: <https://enterprise.arcgis.com/pt-br/portal/10.8/administer/windows/upgrade-portal-for-arcgis.htm>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALAII, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12: p. 39-43. 1994.
- FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. [S/N]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 16 jan. 2023.

GOOGLE EARTH. **Google Earth Website**. Disponível em: <https://www.google.com/earth/about/>. Acesso em 3 mai. 2023:

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Documentação do Arquivo. Rio de Janeiro: IBGE, 237 p. 2011.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Adamantina, São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2023. 1 imagem de satélite, color. Satélite CBERS-4A, órbita 208, ponto 133. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 12 fev. 2023.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2021. <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 21 fev. 2023.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2022. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 26 abr. 2023.

LACERDA, J. V. de. **Geologia e Recursos Minerais do Estado Goiás e Distrito Federal**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do BRASIL. Texto Explicativo. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/2418/1/Geol_Rec_Min_Go-DF.pdf. Acesso: 26 mar. 2023.

LOPES, L. M.; LIMA, C. V.; MAMEDE, L. Pirenópolis - Região de Brasília - Goiânia - Guia de Excursões. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006. REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 2006. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/pesquisa/author/3577-martinelli-gustavo->. Acesso em 26.abr.2023

MUELLER-DOMBOIS D.; ELLENBERG H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons; 1974.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 184 p. 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2199>.

OLIVEIRA, E. S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do Rio Piumhi, Minas Gerais - Brasil. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, 2021. <https://doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e968>.

OSMF - Open Street Map Foundation. **Licença de banco de dados aberto de Oper Data Commons** (OObL). Disponível em: <http://www.OpenStreetMap.or>. Acesso: 28 ago. 2023.

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. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.229351>

RODRIGUES NETO, G. T.; SILVA JUNIOR, M. G. da; UCKER, F. E.; LIMA, M. L. de. 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. Disponível em: https://sipe.uniaraquaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/511/pdf_56. Acesso em: 26.abr.2023

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A.; SIA, R.; PEDRAZZI, F. J. M.; CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F.; SARDINHA, D. S.; NAVARRO, G. R. B. Avaliação simplificada de impactos ambientais na bacia do alto Sorocaba (SP). **REA – Revista de estudos ambientais**, v.10, n. 1, p. 6-20, 2008. <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p6-20>

SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISHI, G.; YOUNG, B.; KEEL, S.; ROCA, R.; SHEPPARD, S. **Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida**. The Nature Conservancy. Arlington. 175p. 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/roteiros-metodologicos>. Acesso em: 26 abr. 2023.

SILVA, K.; NASCIMENTO, D. T. F. Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) para análise da degradação ambiental do córrego Tamanduá (Iporá-GO). In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1. Os desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. **Anais...** Campinas: Instituto de Geociências, Unicamp, 2017. p. 932-935.
<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2127>.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913–920, 1957.
<https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. **Climatology**, v. 8, n. 1.

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. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n.1, p. 161-168, 2012.
<https://doi.org/10.21168/rbrh.v17n1.p161-16>

Recebido em: 10/10/2023

Aceito para publicação em: 28/03/2024