

UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS LIMPAS

ALISSON HENRIQUE SILVA BORDIN

**ADAPTAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO
RÁPIDA PARA FUNDOS DE VALE: AVALIAÇÃO DO
AMBIENTE RIBEIRINHO URBANO EM UMA CIDADE NO SUL
DO BRASIL.**

MARINGÁ

2021

ALISSON HENRIQUE SILVA BORDIN

ADAPTAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO
RÁPIDA PARA FUNDOS DE VALE: AVALIAÇÃO DO AMBIENTE
RIBEIRINHO URBANO EM UMA CIDADE NO SUL DO BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de
Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de
MESTRE EM TECNOLOGIAS LIMPAS.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho.
Coorientadora: Profª. Drª. Rute Grossi Milani.

MARINGÁ

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B729a Bordin, Alisson Henrique Silva.

Adaptação de protocolo de avaliação rápida para fundos de vale: avaliação do ambiente ribeirinho urbano em uma cidade no Sul do Brasil / Alisson Henrique Silva Bordin. – Maringá-PR: UNICESUMAR, 2021.

55 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho.

Coorientadora: Profa. Dra. Rute Grossi Milani .

Dissertação (mestrado) – Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas , Maringá, 2021.

1. Cidade sustentável. 2. Índices multimétricos. 3. Mata ciliar. 4. Zona ribeirinha. I. Título.

CDD – 333.715098162

Roseni Soares – Bibliotecária – CRB 9/1796
Biblioteca Central UniCesumar

Ficha catalográfica elaborada de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

ALISSON HENRIQUE SILVA BORDIN

**ADAPTAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO
RÁPIDA PARA FUNDOS DE VALE: AVALIAÇÃO DO AMBIENTE
RIBEIRINHO URBANO EM UMA CIDADE NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas da Universidade Cesumar, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Limpas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho

Universidade Cesumar (Presidente)

Prof. Dr. Luciana Cristina Soto Herek Rezende

Universidade Cesumar

Prof. Dr. Thomas Aurélio Pagioro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Aprovado em: 22 de fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

Como primeiro agradecimento, dedico à minha família que esteve me apoiando em todos os momentos que compuseram essa pesquisa, principalmente aos meus pais, Aparecido Alves da Silva e Luzia Aparecida Bordin Silva e também meu namorado, Ricardo Bulla Peres, que não me deixaram faltar apoio em momento algum.

Aos meus queridos orientadores, Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho e Profa. Dra. Rute Grossi Milani, pelo apoio desprendido nas aulas, orientações e momentos de troca ao longo do mestrado.

Ao NUPELIA, que foi de extrema importância colaborando com a pesquisa na geração e análise de dados.

À todos que compartilharam dessa caminhada tão gratificante que foi o período do mestrado, amigos, colegas, professores e funcionários.

Ao UNICESUMAR, o apoio financeiro disposto através de bolsas de mestrado.

RESUMO

Os centros urbanos enfrentam diversos problemas hídricos, a gestão da água e bacias hidrográficas é uma necessidade para que a urbanização avance rumo a sustentabilidade. As características ambientais das zonas denominadas fundo de vale são diversas, e a captura das particularidades dessas áreas na malha urbana se torna necessária, permitindo a criação de propostas e medidas mitigadoras do impacto antrópico. Isso desencadeia a necessidade de criação de ferramentas de avaliação ambiental desse espaço peculiar, que estejam vinculadas ao desenvolvimento sustentável, planejamento e manejo, evidenciando a importância do cuidado com as zonas ribeirinhas urbanas, tendo elas capacidade de influenciar na vida, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo adaptar um protocolo de avaliação rápida, que venha a auxiliar na caracterização ambiental de fundos de vale, seis áreas de fundo de vale, inseridas no perímetro urbano da cidade de Maringá-PR foram selecionadas para essa avaliação. A metodologia baseada na adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida para Fundos de Vale, consiste na adaptação, desenvolvimento e aplicação de parâmetros avaliativos, focados em particularidades das zonas ribeirinhas e capazes de quanti-qualificar, por meio de classificações físicas, quais são as fragilidades pontuais dos fundos de vale. Os resultados aqui obtidos evidenciaram os fundos de vale como áreas de instabilidade ambiental, com variação expressiva na qualidade ambiental ao longo de seu curso. Logo, são espaços de grande heterogeneidade ambiental, padrão que se repete em cada um dos fundos de vale avaliados, tornando-os homogêneos nesse quesito. Tal instabilidade reflete a influência dos parâmetros avaliados, sendo aqueles relacionados às áreas de proteção, vegetação e administração de resíduos, os maiores propensos à oscilação negativa. Em síntese, o protocolo se mostrou eficiente, ao gerar uma ferramenta capaz de avaliar o fundo de vale de forma sustentável. Tal protocolo possibilita a produção de dados que auxiliam no diagnóstico de impactos ambientais, viabiliza maior entendimento da realidade ambiental dos fundos de vale, e com potencial de subsidiar políticas públicas que protejam esses sistemas e o recurso tão precioso inscrito nele, a água, permitindo assim um crescimento urbano consciente e sustentável.

Palavras-chave: Cidade sustentável; Índices multimétricos; Mata ciliar; Zona ribeirinha;

ABSTRACT

Urban centers face several water problems, water management and river basins are a necessity for urbanization to move towards sustainability. The environmental characteristics of the areas called valley bottom are diverse, and the capture of the particularities of these areas in the urban network is necessary, allowing the creation of proposals and measures to mitigate the anthropic impact. This triggers the need to create tools for environmental assessment of this peculiar space, which is linked to sustainable development, planning and management, highlighting the importance of caring for urban riverside areas, having the ability to activate in life, generating environmental, social and environmental benefits. economical. In view of this, the present study aims to adapt a rapid assessment protocol, which will assist in the environmental characterization of valley bottoms, six areas of valley bottoms, inserted in the urban perimeter of the city of Maringá-PR were selected for this assessment . The methodology based on the adaptation of a Rapid Valuation Protocol for Valley Funds, consists of the adaptation, development and application of evaluated parameters, focused on the particularities of the riverside areas and capable of quantifying, through physical classifications, what are the weaknesses of the valley funds. The results selected here showed valley bottoms as areas of environmental instability, with significant variation in environmental quality throughout its course. Therefore, they are spaces of great environmental heterogeneity, a pattern that is repeated in each of the recovered value funds, making them homogeneous in this regard. In summary, the protocol is efficient, by generating a tool capable of evaluating the valley fund in a sustainable way. Such a protocol enables the production of data that helps in the diagnosis of environmental impacts, enables a greater understanding of the environmental reality of valley funds, and with the potential of subsidiary public policies that protect these systems and the very precious resource inscribed in it, water, thus allowing conscious and sustainable urban growth.

Keywords: Multimetric indices; Riparian forest; Riparian zone; Sustainable city.

LISTA DE FIGURAS

Figura1: Imagem representativa com mapa da cidade de Maringá e a localização dos fundos de vale selecionados. Fonte: Autor, 2021.

Figura 2: Demonstrativo do comportamento dos parâmetros de avaliação propostos na avaliação dos fundos de vale urbanos: a) APP - área de preservação permanente; b) APA - área de preservação ambiental; c) Vegetação.

Figura 3: Demonstrativo do comportamento dos parâmetros de avaliação propostos na avaliação dos fundos de vale urbanos: a) Barreira de proteção; b) Paisagem; c) uso e ocupação do solo no entorno imediato; d) interrupções e barreiras antrópicas.

Figura 4: Demonstrativo do comportamento dos parâmetros de avaliação propostos na avaliação dos fundos de vale urbanos: a) ocupação irregular das áreas de proteção; b) disposição irregular de resíduos sólidos urbanos; c) disposição irregular de resíduos líquidos urbanos.

Figura 5: Classificação dos fundos de vale urbanos no Município de Maringá, quanto a sua qualidade ambiental, sendo que valores mais próximos a 10 indicam menores níveis de degradação.

Figura 6: Diagrama de ordenação baseada na Análise de Componentes Principais (PCA) dos fundos de vale e sua relação com os parâmetros de avaliação de um Protocolo de Avaliação Rápida, em riachos urbanos no Município de Maringá. Solo_Uso= uso e ocupação do solo; Disp_Eflu= disposição irregular de efluentes; Impact_Antr= barreiras antrópicas; Bar_Proteção= barreiras de proteção; Disp_RSU= disposição irregular de resíduos sólidos urbanos; Ocu_Irreg= ocupação irregular das áreas de proteção; APP= área de preservação permanente; APA= área de preservação ambiental.

Figura 7: Heterogeneidade Ambiental entre os fundos de vales dos riachos urbanos analisados no município de Maringá, a partir de um Protocolo de Avaliação Rápida, adaptado.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros de avaliação do protocolo de avaliação rápida, proposto como ferramenta de avaliação para fundos de vale na região urbana da cidade de Maringá-PR

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVOS	11
2.1.1.	OBJETIVO GERAL	11
2.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.	REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1.	FUNDOS DE VALE URBANOS	12
3.2.	ÍNDICES MULTIMÉTRICOS	13
3.3.	PAR – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA.....	14
3.3.1.1.	Áreas de preservação permanente	15
3.3.1.2.	Áreas de preservação ambiental	16
3.3.1.3.	Vegetação	17
3.3.1.4.	Barreiras de proteção	17
3.3.1.5.	Características da via paisagística	18
3.3.1.6.	Uso e ocupação do solo no entorno imediato	18
3.3.1.7.	Interrupções e barreiras antrópicas	19
3.3.1.8.	Ocupação irregular das áreas de proteção	19
3.3.1.9.	Disposição irregular de resíduos sólidos urbanos.....	20
3.3.1.10.	Disposição irregular de resíduo líquido (efluentes).....	20
4.	REFERÊNCIAS	21
5.	ARTIGO	24
5.1.	INTRODUÇÃO	26
5.2.	MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.2.1.	ÁREA DE ESTUDO	28
5.2.2.	COLETA DE DADOS	29
5.2.3.	PARAMETROS DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE FUNDOS DE VALE.....	30
6.	ÁNALISE DE DADOS	33
7.	RESULTADO E DISCUSSÃO	34
8.	CONCLUSÃO.....	45
9.	NORMAS DA REVISTA.....	50
9.1.1.	ENVIO EM FORMATO LIVRE.....	50
9.1.2.	AUTORIA	51
9.1.3.	FOLHA DE ROSTO.....	51
9.1.4.	ARQUIVO DE TEXTO PRINCIPAL.....	51
9.1.5.	ESTILO DE REFERÊNCIA.....	52
9.1.6.	FIGURAS E INFORMAÇÕES DE APOIO.....	52

9.1.7. TIPOS DE ARTIGO.....	53
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, como outros países em desenvolvimento, viveu o processo de urbanização de forma muito mais acelerada que em países com elevado poder econômico. Entre as décadas de 1950 e 1980, o país viveu o auge do crescimento, vendo sua população urbana ser rapidamente multiplicada (BRITO et al., 2018). A urbanização, conduziu a sociedade humana, a muitos benefícios, responsável pela crescente de ganhos econômicos, e melhorias sociais à comunidades de vários países (ABASS et al., 2018).

Apesar das melhorias alcançadas, algumas modificações mal planejadas e impostas no solo urbano expõem ao risco, não apenas a estrutura urbana, mas também a sustentabilidade ecológica dos sistemas ribeirinhos urbanos (BROWN et al., 2009; DEBBAGE et al., 2018). Ligado a diversos problemas ambientais e de recursos em todo o planeta, o processo de urbanização engloba perda de habitat, mudança de cobertura da terra, extinção de espécies e alteração de sistemas hidrológicos (CHEN et al., 2014). Os regimes de água e solo são alterados pelas mudanças no uso da terra induzidos pela urbanização. Em virtude disso, o crescimento urbano não planejado provoca vulnerabilidade e agrava os problemas hidrológicos, como exemplo, a gestão das águas (SETEGN e DONOSO, 2015; LIU, et al., 2019).

A gestão das águas, no espaço urbano, remonta ao cuidado com as bacias hidrográficas, espaços que com o avanço da urbanização passam por sérias e aceleradas alterações (DONG, et al., 2014). A bacia hidrográfica e suas adjacências são consideradas unidades de referência para a observação de impactos ambientais sofridos por sua área de drenagem, visto ser ela resultado da interação entre os cursos d'água, os recursos naturais e as atividades antrópicas desenvolvidas em torno do ribeirão (SANTOS et al., 2015).

Os sistemas ribeirinhos, ou fundos de vale, são ecótones aquático-terrestres que, através de processos geomórficos fluviais e de terras altas, são moldados, apresentando características bióticas, biofísicas e paisagísticas únicas (ASANOK et al., 2017). É uma área de frequente instabilidade, gerando alterações ecossistêmicas recorrentes, as quais precisam ser mensuradas de maneira integrada, afim de que se identifiquem os impactos ambientais sofridos na realidade urbana, e medidas possam ser tomadas (SANTOS et al., 2015).

Na busca da identificação de impactos ambientais das zonas de fundo de vale urbanas, os índices multimétricos (MMIs), responsáveis por avaliações biológicas e ecossistêmicas, são tidos como potencial ferramenta na construção de indicadores para a avaliação e diagnóstico da qualidade ambiental dos fundos de vale. (KUEHNE et al. 2017, RUARO, et al. 2019). Trata-se de um sistema onde são considerados os efeitos de múltiplos impactos e somadas a isso medidas biológicas, ecológicas e funcionais individuais, em um valor único que pode ser usado para medir a condição geral do ecossistema (KARR et al., 1986; HERING et al., 2006; JUN et al., 2012).

Um exemplo de índice multimétrico, o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), apresenta-se como uma ferramenta complementar de monitoramento, mais simples, que facilita a avaliação do corpo hídrico através de uma análise qualitativa (CALLISTO et al., 2001). Os protocolos de avaliação rápida, são formados pela união de métodos e processos baseados em critérios pré-estabelecidos, em concordância com a finalidade da pesquisa a qual é destinado (RIGOTTI et al, 2016).

Diante do exposto, a investigação do nível de preservação e degradação das áreas de fundo de vale, através de Protocolos Rápidos de Avaliação, se mostra uma solução alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que propõe uma ferramenta de avaliação dos impactos urbanos sobre áreas naturais, sendo relevante para a manutenção da qualidade de recursos hídricos. O objetivo desse trabalho, é adaptar um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), para, um Protocolo de Avaliação Rápida de Fundos de Vale (PARFV) capaz de avaliar, diagnosticar e determinar a qualidade ambiental de seis fundos de vale urbanos, na cidade de Maringá.

2. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GERAL

Determinar o nível de degradação e preservação de fundos de vale urbanos na cidade de Maringá, a partir da proposta de adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Fundos de Vale.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adaptar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios para Protocolo de Avaliação Rápida de Fundo de Vale.
- Determinar a qualidade ambiental de seis fundos de vale da cidade de Maringá-PR.
- Avaliar como os parâmetros propostos influenciam o resultado da qualidade ambiental de cada um dos fundos de vale avaliados;
- Entender com base nos parâmetros propostos, quais foram as maiores e menores pontuações, e como os fundos de vale se diferem entre si;
- Verificar a existência de variação longitudinal na qualidade ambiental em cada curso de rio, considerando que as nascentes estão localizadas na porção central da cidade, e a foz mais próxima da zona rural;

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. FUNDOS DE VALE URBANOS

Devido ao inchaço populacional sofrido pelas grandes cidades no último século, a paisagem urbana vem se transformando. O desenvolvimento urbano traz qualidade de vida para as pessoas, porém o crescimento não planejado, torna-se insustentável gerando problemas na malha urbana, degradações ambientais, sociais e econômicas (ARAUJO E CANDIDO, 2014).

Nesse contexto, um personagem urbano que perece com o crescimento não planejado, é o fundo de vale, depressão no relevo da cidade que abriga o curso d'água e fornece serviços ecossistêmicos importantes como, filtragem e manutenção de nutrientes, atenuação de inundação, redução de erosão, purificação da água, regulação do fluxo, entre outros (LIU, et al., 2019). São ecossistemas sensíveis a mudanças no entorno altamente perturbados pelo homem, e por grandes pressões antropogênicas viabilizadas por uma urbanização inconsciente (MICHEZ et al., 2016, LIU, et al., 2019).

Santos et al. (2016) evidenciaram o impacto da ação antrópica sobre os fundos de vale, afirmando que a expansão das cidades leva a reduções de matas ciliares dentro de uma matriz de infraestrutura extensiva. Além disso, são alteradas também as condições biótica e abiótica, de forma que, os ecossistemas naturais, inseridos em centros urbanos, podem ter a riqueza de espécies nativas e a abundância de plantas reduzidos (CAMERON et al., 2015). Estima-se que a rápida urbanização mundial cause perdas consideráveis de biodiversidade nas próximas décadas (LIU, et al., 2019).

Maropo et al. (2019) afirmam que é necessária uma nova forma de planejar e avaliar o espaço urbano, criando soluções sustentáveis. Como proposta de planejamento vem a chamada infraestrutura verde, que se embasa em intervenções de baixo impacto na paisagem, criando espaços capazes de desempenhar várias funções ao longo do tempo, sendo multifuncional e flexível, capaz de se adaptar às necessidades da população atual e futura (HERZOG E ROSA, 2010). Pensando na avaliação e diagnóstico é preciso criar e aplicar ferramentas efetivas e eficientes, os índices multimétricos (MMIs), mostram-se uma ferramenta interessante para avaliação de ecossistemas (RUARO e GUBIANI, 2013).

3.2. ÍNDICES MULTIMÉTRICOS

Presentes em diferentes campos da ciência os índices milimétricos (MMIs) são desenvolvidos para atuarem como quanti-indicadores positivos de um processo (RUARO, 2019). São amplamente aceitos e reconhecidos como ferramentas de monitoramento e avaliação biológica (SCHOOLMASTER et al. 2012; KUEHENE et al. 2017).

O processo de desenvolvimento de um MMI é pautado na comparação, onde métricas são classificadas de acordo com nível de perturbação e posteriormente sítios comprometidos são comparados a sítios de referência, permitindo a avaliação das métricas e suas respostas a distúrbios antropogênicos (RUARO et al.; 2019).

O desafio maior está em determinar a métrica adequada a ser incluída ao índice final, pois as variações que podem ocorrer naturalmente ao longo da pesquisa alteram o resultado. Sendo assim, a seleção das métricas ideais varia muito entre os estudos. É necessário ter um julgamento crítico e, quando possível, usar abordagens multivariadas (RUARO et al.; 2019).

O primeiro proposto, denominado de índice de integridade biótica (IBI) e originalmente desenvolvido por Karr (1981), foi o primeiro índice multimétrico utilizado, gerando o estudo “Assessment of biotic integrity using fish communities” onde foi avaliada a assembleia de peixes em riachos dos Estados Unidos (RUARO et al., 2013). Um método que consiste na combinação de várias métricas visando representar os atributos de cada grupo e, em sequência, resumir a pontuação de cada uma delas num índice de valor único (STEVENSON et al. 2018).

Karr e Chu (1997) direcionam o uso dos MMIs para avaliação de sistemas complexos onde os processos são de difícil compreensão, e se fundem num único índice que aponta um transtorno derivado de ação antrópica. Este pode funcionar como uma ferramenta capaz de diagnosticar o impacto que a perturbação humana causa, permitindo definir ações de gerenciamento e restauração de áreas degradadas. Com a necessidade de diagnósticos mais rápidos e acessíveis, é proposta a ferramenta de índice multimétrico, Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), como ferramenta de avaliação multivariada de sistemas hídricos (DE OLIVEIRA BIZZO et al, 2014, RUARO et al., 2019).

3.3. PAR – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

No contexto urbano, o fundo de vale surge como uma complexa estrutura detentora de variáveis diversas, muitas vezes degradada. Buscando uma avaliação dos parâmetros de conservação e preservação dessas áreas, o uso do Protocolo Rápido de Avaliação (PAR) se mostra uma alternativa de índice multimétrico a ser utilizado, como ferramenta de monitoramento e diagnóstico.

Os protocolos de avaliação rápida traz uma metodologia de análise que nasce na metade dos anos 1980, onde diante a queda dos recursos disponíveis para avaliação e monitoramento dos corpos hídricos, surge a necessidade de uma metodologia de monitoramento menos onerosa, porém técnica e confiável. Tem como primeiro produto o documento *Surface Water Monitoring: A Framework for Change* (USEPA, 1987).

Partindo desse primeiro estudo desenvolvido pela USEPA, os PARs receberam ao longo do tempo diversas contribuições e vieram a ganhar popularidade. Os propósitos para a aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida são diversos, podendo estar relacionado a determinar a qualidade ambiental dos corpos hídricos, fontes geradoras de danos, avaliar métodos de recuperação, entre outros (BARBOUR et al., 1999). Podem incluir a avaliação de aspectos físicos do habitat, regime de fluxo, qualidade da água e bioindicadores. Nos últimos anos um número bastante elevado de protocolos foi desenvolvido, em vários locais e com diferentes objetivos de avaliação (RIGOTTI et al., 2016).

De modo geral, os protocolos de avaliação rápida, independente do objetivo de avaliação, são formados por conjuntos de procedimentos, pautados em parâmetros pré-estabelecidos em conformidade a expectativa do estudo. A conduta é feita através de observação em campo, onde existe uma tabela descritiva, que serve como apoio para um sistema de pontuação ou de classificação (RIGOTTI et al., 2016). O processo em campo pode ser enriquecido com outras ferramentas, tais como: medições diretas, mapas ou imagens. Ainda que seja desenvolvido para aplicação total pautada na observação de campo, é necessário um estudo, que alinhe o protocolo ao local de aplicação (GUIMARÃES et al., 2012).

No tocante a riachos é proposto no protocolo de BARBOUR et al. (1999), 10 pontos a serem avaliados visualmente para obtenção do grau de degradação, sendo que existem parâmetros a serem analisados, e esses podem sofrer variações. Portanto, é possível agregar ou criar novas subdivisões que abordem características dos rios ou riachos.

No Brasil, Callisto et al. (2002) promoveram adaptações para desenvolvimento do seu protocolo de avaliação de integridade do habitat. Utilizou para análise da integridade de dois corpos hídricos em diferentes estados 12 parâmetros, assim como outros 10 itens para definição da diversidade de habitat por um protocolo de avaliação rápida de forma complementar.

No estado do Paraná, CIONEK et al. (2011) desenvolveu para os córregos do Arenito Caiuá, um Protocolo de Avaliação Rápida do ambiente, abordando nove características físicas para avaliação do riacho e entorno imediato. Onde além das características e condicionantes do riacho, outros parâmetros externos a ele foram avaliados, como mata ciliar, barrancos e processos como erosão e assoreamento. O atual trabalho, usa o estudo citado como base e visa com as devidas adaptações extrapolar ainda mais o entorno dos córregos. Dentre as alterações propostas para o entendimento da realidade urbana, e geração de resultados capazes de elucidar a influência do crescimento urbano na qualidade ambiental dos fundos de vale, são propostas adaptações e inclusões aos parâmetros de avaliação.

3.3.1.1. Áreas de preservação permanente

As áreas de preservação permanente (APPs), são áreas institucionalmente protegidas em torno do riacho. A legislação aborda que as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, tenham larguras mínimas, sendo que para cursos de até 10m de largura as bordas devem contemplar mínimo de 30 metros, e esse valor vai se alterando de acordo com a dimensão do leito do rio, podendo chegar a 500m em leitos superiores à 600 metros (Lei 12.651/2012).

Segundo definido em 2012 por parte do Ministério brasileiro do Meio Ambiente as APPs, são espaços onde se estabelecem as matas ciliares e diversos serviços ecossistêmicos acontecem, dentre eles, preservação da paisagem, proteção do solo e água, assim como as funções ambientais de preservar a biodiversidade e assegurar o fluxo gênico de fauna e flora, servindo como corredores ecológicos.

As faixas que compõe a mata ciliar, desempenha papel fundamental no apoio as espécies e na manutenção da biodiversidade terrestre e aquática. São fundamentais no fornecimento de bens e serviços ecológicos (COLLENTINE and FUTTER, 2018). As Áreas de Preservação

Permanente integram espaços ambientalmente frágeis, vulneráveis e legalmente protegidos, independentemente de serem públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (MESQUITA et al., 2017).

Dentre os principais impactos ocasionados pela urbanização na APP, a remoção da vegetação nativa, é o mais alarmante, ocasionando a desproteção do solo, levando a processos erosivos, inundações e ondas de calor. Promovendo a degradação do ecossistema e perda da biodiversidade, assim como alterações no balanço hídrico (OKE, 2017; ASABERE et al, 2020).

3.3.1.2. Áreas de preservação ambiental

As áreas de preservação ambiental (APAs), também são espaços que ladeiam os rios, e são protegidos e salvaguardados pela legislação brasileira de meio ambiente, através do Código Florestal estabelecido pela lei 12.651/2012. Em riachos de até 10m de largura a faixa a ser destinada para essa categoria é também de 30m, onde somada a faixa destinada à área de preservação permanente irá gerar uma área de proteção no entorno do riacho de 60m.

O artigo 255/1998 estabelece que as APAs são mecanismos fundamentais para a preservação da biodiversidade, podendo, conciliar de modo ordenado a ocupação humana da área de forma sustentável sem agredir os recursos naturais. O que torna esse espaço peça articuladora na criação de propostas de desenvolvimento urbano sustentáveis para o fundo de vale. Permite a ocupação antrópica, sendo flexível quanto à utilização dos recursos naturais e uso do solo, porém com gestão, visando disciplinar a utilização sustentável de seus atributos naturais (DE COUTO LIMA et al, 2020).

Existe por parte da população avaliação errônea do uso permitido pelo código florestal, e com isso danos são acometidos sobre as APAs, dentre os problemas identificados, o desmatamento está entre os mais graves, a diminuição da cobertura florestal e fragmentação dos remanescentes, resulta no chamado efeito borda, onde as condições ambientais nos trechos marginais são inferiores e afetam a biota local (DE COUTO LIMA et al, 2020; SILVA et al., 2019).

É comum, ainda, o impacto advindo de edificações construídas sobre a APA, o uso residencial ou industrial na APA, pode gerar poluição local, ameaçando a diversidade biológica e a qualidade da água (ALVES, 2020).

3.3.1.3. Vegetação

Esse parâmetro busca avaliar as condicionantes da vegetação no fundo de vale, visando entender a qualidade e diversidade da estrutura vegetal que recobre o fundo de vale. As populações vegetais são itens essenciais dos ecossistemas ribeirinhos, exercendo papel conectivo entre meio terrestre e aquático (ELLIOTT et al, 2016). Florestas ciliares podem não apenas proteger os riachos da poluição, mas também do aquecimento e dos efeitos das mudanças no clima (TURUNEN et al, 2019).

Elemento causador de mudanças climáticas, a urbanização muda ainda, o uso da terra, e interfere nos processos ecossistêmicos, podendo reduzir a diversidade de espécies nativas (CAMERON et al. 2015).

Existe uma singularidade a respeito da vegetação ripária, denominado como vegetação de borda, onde em comparação com aquela presente em zonas mais internas dos fragmentos, providas de maior riqueza e variedade de espécies, exibem em demasia árvores de espécies pioneiras e em fase de formação. Existe nessa realidade de borda um processo de fragmentação, e com ele, espécies exóticas podem adentrar o meio, competir com espécies nativas, podendo levar suas populações à processos de redução ou extinção local (DE COUTO LIMA et al, 2020).

A fragmentação de borda gera um impacto preocupante na vegetação ripária, e consequências como alteração qualidade ambiental, redução da permeabilidade do solo e o surgimento de recorrentes alagamentos, possibilita processos erosivos, entre outros (SANTOS, 2016; SILVA et al., 2019).

3.3.1.4. Barreiras de proteção

O parâmetro barreiras de proteção compreende às barreiras instaladas de forma antrópica, nos limites do fundo de vale, servindo como delimitador de acesso à estrutura.

O poder público usa da necessidade de controle dessas áreas contra ações de depredação como argumento para instalação das estruturas isoladoras. Contudo a acessibilidade em espaços públicos verdes é imprescindível, haja visto que permite a percepção adequada dos estímulos ambientais e amplia a sensação por meio do usuário do espaço em segurança e autonomia (GREGOLETTO et al., 2013; CASARIN et al., 2011).

Carr, 1995, aborda componentes para que se atinja a acessibilidade urbana, e dentre eles

está que para ser acessível um espaço deve estar livre de barreiras físicas. A acessibilidade é tomada como uma condição prévia à apropriação de um espaço, áreas públicas acessíveis aumentam a percepção adequada de caracteres ambientais, possibilidade de se mover através dele, com autonomia, conforto e segurança, de modo que quanto mais acentuada é a barreira maior é a intensidade atingida no afastamento entre espaço e usuário (CASARIN et al., 2011).

3.3.1.5. Características da via paisagística

A via paisagística, comprehende a rua que divide o fundo de vale e o traçado urbano. Esse parâmetro visa observar as variáveis morfológicas que caracterizam a via, como, formato do traçado, via simples ou dupla, realidade de fluxo, calçamentos, canteiros e vegetação. As alterações no solo advindas da pavimentação, exercem grandes pressões sobre o sistema hídrico, reduzem a capacidade de absorção do solo, aumenta o volume e fluxo de escoamento e pode tornar as áreas mais suscetíveis a inundação local (PAPPALARDO et al., 2017).

Medidas estruturais e não estruturais são capazes de mitigar esse problema (MASCARENHAS E MIGUEZ, 2002; GOURBESVILLE, 2012). Entre as alternativas, estão a adoção de soluções de tecnologias não convencionais de absorção de água pluvial, as trincheiras de absorção, jardins de chuva, superfícies permeáveis, valas e canais de drenagem, que são opções que podem ser alocadas nas vias paisagísticas como ferramentas capazes de mitigar o impacto (PAPPALARDO et al., 2017).

3.3.1.6. Uso e ocupação do solo no entorno imediato

Uso e ocupação do solo no entorno imediato, leva em consideração o tipo de uso permitido nos terrenos no entorno próximo, buscando elucidar que tipo de ocupação vem acontecendo ao redor e como isso pode interferir

no interior do fundo de vale. A concentração de indústrias e o aumento no nível de urbanização, mudam profundamente as características originais de drenagem do solo e impactam os modelos naturais de fauna e flora. Construções em larga escala aumentam a faixa impermeável reduzindo a capacidade local de infiltração (XU et al, 2019).

Investigações apontam relação entre o aumento da faixa impermeável por meio da configuração do uso do solo urbano, e alterações nas bacias hidrográficas, ocasionando alterações nos traços de fluxo hídrico (DEBBAGE et al., 2018). Comumente apontadas por reduzir o fluxo de base, as áreas altamente urbanizadas, tendem a amplificar a vazão superficial, e diminuir a capacidade de abastecimento das reservas subterrâneas, consequências decorrentes da impermeabilidade do uso do solo urbano, é responsável ainda pela queda no nível da água, decorrente também dos processos de impermeabilização e aumento da demanda em nível comercial e doméstico (PRICE, 2011, PATRA et al., 2018).

3.3.1.7. Interrupções e barreiras antrópicas

Trata das intervenções diretas executadas no fundo de vale, afim de suprir necessidades de desenvolvimento urbano, como, pontes, aterros, diques e barragens. Tais estruturas estão previstas dentro do artigo 8 do Novo Código Florestal como permitidas, por serem situações de utilidade pública e interesse social (MESQUITA, 2017). Porém elas ocasionam significativos impactos sobre o meio ambiente, atravessando espaços de vida selvagem se destacam como elementos dos processos de fragmentação de habitats (DUTRA et al., 2008).

Elementos de passagem como ruas e estradas, impactam negativamente o ambiente, fragmentando o habitat, aumentando o ruído e ocasionando mudanças na fauna local, ocorrências oriundas das alterações químicas e físicas, além da introdução da figura humana como membro recorrente daquele espaço (BAUMGRATZ FIGUEIRÔA, 2020).

3.3.1.8. Ocupação irregular das áreas de proteção

A ocupação irregular nas áreas de proteção, na sua multiplicidade é exercida com escassez de planejamento, consequentemente assola os recursos naturais, em particular, córregos e florestas (SANTANA, 2011). Podendo-se destacar impactos referentes à saneamento ambiental, o aumento da demanda de água, assim como na geração de resíduos e interferência no escoamento superficial das águas, levando à degradação da área (LARROCA et al., 2017).

A degradação causada por meio de edificações construídas em áreas de proteção, elevam a vulnerabilidade da disponibilidade hídrica local, eleva a suscetibilidade de assoreamento e facilita a contaminação dos cursos d'água, assim como possibilita processos erosivos (MESQUITA et al., 2017).

3.3.1.9. Disposição irregular de resíduos sólidos urbanos

Disposição irregular de resíduos sólidos urbano busca observar a presença de resíduos sólidos urbanos nas áreas adjacentes ao córrego. Com isso observar uma problemática atual na administração dos resíduos sólidos urbanos, o manejo inadequado, ação que eleva a tendência de falha nos processos de disposição. Essa disposição irregular gera nas áreas receptoras problemas de contaminação por meio do lixiviado do resíduo, contaminante que vai afetar o solo, bem como as águas superficiais e subterrâneas através do escoamento superficial ou percolação (PINHEIRO et al., 2017).

3.3.1.10. Disposição irregular de resíduo líquido (efluentes)

Na busca em identificar a presença de pontos de disposição de efluentes sobre o fundo de vale, é observado que grande parte dos riachos brasileiros, passam por processos de degradação em consequência da disposição irregular de águas residuais, afetando diretamente a biota local. A poluição por efluentes urbanos lançados em águas naturais é uma das principais causas da perda de biodiversidade aquática, apesar da gama de métodos de tratamento de efluentes, ainda existe oscilação na eficiência de remoção de poluentes (AHMED et al., 2017)

O sistema de captação de águas pluviais tradicional também é responsável por dispor efluentes no fundo de vale. A água das chuvas é coletada e canalizada fora da área de captação o mais rápido possível, através de transporte estrutural de (canais, tubos, bombas, reguladores e fim de tubo soluções) é despejada em uma área de drenagem, muitas vezes no fundo de vale (PAPPALARDO et al., 2017).

Cionek et al. (2011), sugere a escolha de um fundo de vale referência, de onde serão retiradas as características da categoria “ótima”. Como já mencionado, nessa adequação do protocolo, tal referência física foi alterada para uma alusão hipotética, de onde virão os dados para a caracterização da categoria citada.

4. REFERÊNCIAS

- Abass, K., Adanu, S. K., & Agyemang, S. (2018). Peri-urbanisation and loss of arable land in Kumasi Metropolis in three decades: Evidence from remote sensing image analysis. *Land Use Policy*, 72, 470-479.
- Ahmed, MB et al. (2017). Progress in the biological and chemical treatment technologies for emerging contaminant removal from wastewater: a critical review. *Journal of hazardous materials*, v. 323, p. 274-298.
- Albertin, RM et al. (2010) Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 4, n. 2, p. 118-125.
- Alves, LC et al. (2020). Degradação do rio Paraíba do Sul no Município de Três Rios: causas e consequências. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 248-259.
- Araújo, MCC; Cândido, GA. (2014). Qualidade de vida e sustentabilidade urbana. *Holos*, v. 1, p. 3-19.
- Asabere, SB et al. (2020). Urbanization, land use transformation and spatio-environmental impacts: Analyses of trends and implications in major metropolitan regions of Ghana. *Land Use Policy*, v. 96, p. 104707.
- Asanok, L. et al. (2017). Vegetation community and factors that affect the wood species composition of riparian forests growing in an urbanizing landscape along the Chao Phraya River, central Thailand. *Urban For Urban Gree*, 2017.
- Barbour, T.M.; Gerritsen, J.; Snyder, BS.; Stribling, JB. (1999). Rapid Bioassessment Protocols For Use in Stream and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. U. S. Environmental Protection Agency. Washington.
- Baumgratz Figueirôa, CF, & Moraes Salvio, GM (2020). Análise da fragilidade da Área de Proteção Ambiental Alto Rio Doce, MG, Brasil. *Ciência Florestal (01039954)*, 30 (4).
- Brito, F., Horta, C. J. G., & Amaral, E. F. (2018). A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas.
- Brown, L. R., Cuffney, T. F., Coles, J. F., Fitzpatrick, F., McMahon, G., Steuer, J., ... & May, J. T. (2009). Urban streams across the USA: lessons learned from studies in 9 metropolitan areas. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(4), 1051-1069.
- Callisto, M., Moretti, M., & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82.
- Cameron, G. N., Culley, T. M., Kolbe, S. E., Miller, A. I., & Matter, S. F. (2015). Effects of urbanization on herbaceous forest vegetation: the relative impacts of soil, geography, forest composition, human access, and an invasive shrub. *Urban Ecosystems*, 18(4), 1051-1069.
- Chen, J., Chang, K. T., Karacsonyi, D., & Zhang, X. (2014). Comparing urban land expansion and its driving factors in Shenzhen and Dongguan, China. *Habitat International*, 43, 61-71.
- Cionek, V. D. M., Beaumord, A. C., & Benedito, E. (2011). Protocolo de Avaliação Rápida do Ambiente para riachos inseridos na região do arenito Caiuá–Noroeste do Paraná. *Maringá: EDUEM*.
- Collentine, D., & Futter, MN (2018). Percebendo o potencial das medidas naturais de retenção de água na gestão de inundações da bacia: trade-offs e interesses correspondentes. *Journal of Flood Risk Management*, 11 (1), 76-84.
- do Couto Lima, M., Martins da Costa de Menezes, S. J., & Souto de Almeida, F. (2020). Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas do município de Paraíba do Sul (RJ, Brasil): estudo da cobertura florestal, contingências e manejo. *Ciência Florestal (01039954)*, 30(4).
- Debbage, N., & Shepherd, J. M. (2018). The influence of urban development patterns on streamflow characteristics in the Charlanta Megaregion. *Water Resources Research*, 54(5), 3728-3747.

Dong, Y., Liu, Y., & Chen, J. (2014). Will urban expansion lead to an increase in future water pollution loads?—a preliminary investigation of the Haihe River Basin in northeastern China. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(11), 7024-7034.

Dutra, V., Colares, A., Adorno, L. F. M., Magalhães, K., & Gomes, K. (2008). Proposta de estradas-parque como unidade de conservação: dilemas e diálogos entre o Jalapão e a Chapada dos Veadeiros. *Sociedade & Natureza*, 20(1), 161-176.

Elliott, KJ, & Vose, JM (2016). Efeitos das larguras do buffer da zona ribeirinha na diversidade da vegetação nas bacias de cabeceira dos Apalaches do sul *Forest Ecology and Management* , 376 , 9-23.

Gourbesville, P. (abril de 2012). Inundações urbanas e resiliência: conceitos e necessidades. Nos *resumos da Conferência da Assembleia Geral da EGU* (p. 14282).

Gregoletto, D., Bochi, T. C., Silva, F. C. D., & Reis, A. T. D. L. (2013). Existência e inexistência de cercamento, segurança e acessibilidade de parques urbanos. *Arquisur revista. Argentina*. n. 3 (2013), p. 125-137.

Guimarães, A., de Lima Rodrigues, A. S., & Malafaia, G. (2012). Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7(3), 241-260.

Hering, D., Feld, C. K., Moog, O., & Ofenböck, T. (2006). Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. In *The ecological status of European rivers: Evaluation and intercalibration of assessment methods* (pp. 311-324). Springer, Dordrecht..

Herzog, C. P., & Rosa, L. Z. (2010). Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. *Revista Labverde*, (1), 92-115.

Karr, J. R. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6), 21-27.

Kuehne, L. M., Olden, J. D., Strecker, A. L., Lawler, J. J., & Theobald, D. M. (2017). Past, present, and future of ecological integrity assessment for fresh waters. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 197-205.

Larocca, A. G., Cardoso, C., & De Angelis, B. L. D. (2017). O Impacto da Ocupação de Fundo de Vales em Áreas Urbanas—Estudo de caso Lago Igapó Londrina—PR. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 5(30).

Liu, S., Pan, G., Zhang, Y., Xu, J., Ma, R., Shen, Z., & Dong, S. (2019). Avaliação do risco de metais pesados do solo associados às variações do uso da terra nas zonas ribeirinhas de um gradiente típico de um rio urbano. *Ecotoxicologia e segurança ambiental* , 181 , 435-444.

Maropo, V. L. B., Moraes, E. E., Nunes, A. C., & Silveira, J. A. R. D. (2019). Planejamento urbano sustentável: um estudo para implantação de infraestrutura verde no Bairro Bancários, João Pessoa-PB, Brasil. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11.

Mascarenhas, F. C. B., & Miguez, M. G. (2002). Urban flood control through a mathematical cell model. *Water International*, 27(2), 208-218.

Mesquita, F. N., Silvestre, K. S., & Steinke, V. A. (2017). Urbanização e degradação ambiental: análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires, DF, utilizando imagens aéreas do ano de 2016. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(3), 722-734.

Michez, A., Piégay, H., Lisein, J., Claessens, H., & Lejeune, P. (2016). Classificação das espécies e condições de saúde da mata ciliar usando imagens multi-temporais e hiperespaciais de sistemas aéreos não tripulados. *Monitoramento e avaliação ambiental* , 188 (3), 146.

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press.

Pinheiro, R. V. N. (2017). Risco de contaminação pela presença de disposição final de resíduos sólidos urbanos em bacias de captação superficial de água para abastecimento público no estado de Goiás.

Pappalardo, V. et al. (2017) O potencial da aplicação de infraestrutura verde no controle do escoamento urbano para o planejamento do uso do solo: Uma avaliação preliminar de um estudo de caso no sul da Itália. *Serviços de ecossistema*, v. 26, p. 345-354.

Patra, S., Sahoo, S., Mishra, P., & Mahapatra, S. C. (2018). Impacts of urbanization on land use/cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. *Journal of Urban Management*, 7(2), 70-84.

Price, K. (2011) Efeitos da topografia da bacia hidrográfica, solos, uso da terra e clima na hidrologia do fluxo de base em regiões úmidas: uma revisão. *Progresso na geografia física*, v. 35, n. 4, pág. 465-492.

Rigotti, J. A., Pompêo, C. A., & Fonseca, A. L. D. O. (2016). Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. *Revista Ambiente & Água*, 11(1), 85-97.

Ruar, R., & Gubiani, É. A. (2013). A scientometric assessment of 30 years of the Index of Biotic Integrity in aquatic ecosystems: applications and main flaws. *Ecological Indicators*, 29, 105-110.

Ruar, R., Gubiani, É. A., Cunico, AM, Higuti, J., Moretto, Y., & Piana, PA (2019). Índice multimétrico unificado para avaliação da condição biológica de riachos no Sul do Brasil com base em assembléias de peixes e macroinvertebrados. *Gestão ambiental*, 64 (5), 661-673.

Santana, m. N. R. (2011). Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na área de preservação permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia. In *II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina*.

dos Santos, K. P., Kopp, K., & de Oliveira, W. N. (2015). Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás.

dos Anjos Santos, O., Couceiro, S. R. M., Rezende, A. C. C., & de Sousa Silva, M. D. (2016). Composition and richness of woody species in riparian forests in urban areas of Manaus, Amazonas, Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 150, 70-78.

Setegn, SG e Donoso, MC (2015). *Sustentabilidade da Gestão Integrada de Recursos Hídricos*. Springer International Publishing: Cham, Suíça.

Silva, A. L. D., Longo, R. M., Bressane, A., & Carvalho, M. F. H. D. (2019). Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. *Ciência Florestal*, 29(3), 1254-1269.

Stevenson, R. J., Tang, T., & Infante, D. M. (2018). Advancing evaluation of bioassessment methods: A reply to Liu and Cao. *Science of The Total Environment*, 645, 895-900.

Turunen, J., Markkula, J., Rajakallio, M., & Aroviita, J. (2019). Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. *Science of the Total Environment*, 649, 495-503.

Xu, J., Liu, S., Zhao, S., Wu, X., Hou, X., An, Y., & Shen, Z. (2019). Dinâmica espaço-temporal do serviço de produção de água e sua resposta à urbanização na bacia do rio Beiyun, Pequim. *Sustentabilidade*, 11 (16), 4361.

5. ARTIGO

Adaptação de Protocolo de Avaliação Rápida para análise da qualidade ambiental ribeirinha de áreas urbanas em cidade do Sul do Brasil.

RESUMO

Os centros urbanos enfrentam diversos problemas hídricos, a gestão da água e bacias hidrográficas é uma necessidade para que a urbanização avance rumo a sustentabilidade. As características ambientais das zonas denominadas fundo de vale são diversas, e a captura das particularidades dessas áreas na malha urbana se torna necessária, permitindo a criação de propostas e medidas mitigadoras do impacto antrópico. Isso desencadeia a necessidade de criação de ferramentas de avaliação ambiental desse espaço peculiar, que estejam vinculadas ao desenvolvimento sustentável, planejamento e manejo, evidenciando a importância do cuidado com as zonas ribeirinhas urbanas, tendo elas capacidade de influenciar na vida, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo adaptar um protocolo de avaliação rápida, que venha a auxiliar na caracterização ambiental de fundos de vale, seis áreas de fundo de vale, inseridas no perímetro urbano da cidade de Maringá-PR foram selecionadas para essa avaliação. A metodologia baseada na adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida para Fundos de Vale, consiste na adaptação, desenvolvimento e aplicação de parâmetros avaliativos, focados em particularidades das zonas ribeirinhas e capazes de quanti-qualificar, por meio de classificações físicas, quais são as fragilidades pontuais dos fundos de vale. Os resultados aqui obtidos evidenciaram os fundos de vale como áreas de instabilidade ambiental, com variação expressiva na qualidade ambiental ao longo de seu curso. Logo, são espaços de grande heterogeneidade ambiental, padrão que se repete em cada um dos fundos de vale avaliados, tornando-os homogêneos nesse quesito. Em síntese, o protocolo se mostrou eficiente, ao gerar uma ferramenta capaz de avaliar o fundo de vale de forma sustentável. Tal protocolo possibilita a produção de dados que auxiliam no diagnóstico de impactos ambientais, viabiliza maior entendimento da realidade ambiental dos fundos de vale, e com potencial de subsidiar políticas públicas que protejam esses sistemas e o recurso tão precioso inscrito nele, a água, permitindo assim um crescimento urbano consciente e sustentável.

Palavras-chave: Cidade sustentável; Índices multimétricos; Mata ciliar; Zona ribeirinha;

ABSTRACT

Urban centers face several water problems, water management and river basins are a necessity for urbanization to move towards sustainability. The environmental characteristics of the areas called valley bottom are diverse, and the capture of the particularities of these areas in the urban network is necessary, allowing the creation of proposals and measures to mitigate the anthropic impact. This triggers the need to create tools for environmental assessment of this peculiar space, which are linked to sustainable development, planning and management, highlighting the importance of caring for urban riverside areas, having the ability to influence life, generating environmental, social benefits and economics. In view of this, the present study aims to adapt a rapid assessment protocol, which will assist in the characterization of six valley bottoms, inserted in the urban perimeter of the city of Maringá-PR. In addition, the methodology based on the adaptation of a Rapid Valuation Protocol for Vale Funds, consists of the development and application of assessment parameters, focused on the particularities of the riverside areas and capable of quantifying, through physical classifications, what are the occasional weaknesses in valley funds. The results obtained here showed valley funds as areas of environmental instability, with significant variation in environmental quality throughout its course. Therefore, they are spaces of great environmental heterogeneity, a pattern that is repeated in each of the evaluated valley bottoms, making them homogeneous in this regard. Such instability reflects the influence of the parameters evaluated, being those related to the areas of protection, vegetation and waste management, the most prone to negative oscillation. In summary, the protocol proved to be efficient, by generating a tool capable of assessing the valley fund in a sustainable way. Such a protocol enables the production of data that helps in the diagnosis of environmental impacts, enables a greater understanding of the environmental reality of valley funds, and with the potential to subsidize public policies that protect these systems and the very precious resource inscribed in it, water, thus allowing conscious and sustainable urban growth.

Keywords: Multimetric indices; Riparian zone; Riparian forest; Sustainable city.

5.1. INTRODUÇÃO

A realidade atual do planeta inclui mais da metade da população humana habitando superfícies urbanas, realidade que conforme projeções estabelecidas pela ONU (Organização das Nações Unidas) deve completar até o ano de 2050, um total de 66% das pessoas vivendo em cidades (DEBBAGE et al., 2018). No Brasil o processo de urbanização sucedeu de forma acelerada, levando suas cidades nas últimas décadas do século vinte a sofrerem com as mudanças do inchaço populacional (BRITO et al., 2018).

Dentre os problemas acometidos com essas mudanças, está a gestão dos recursos hídricos, considerada um dos grandes desafios da urbanização em massa (DEBBAGE et al., 2018). Os solos altamente compactados e impermeáveis das cidades, aliados a processos e sistemas de drenagem de águas pluviais precários, aumentam os fluxos de pico hídrico, criando problemas com instabilidade, volume de escoamento e alagamento (DEBBAGE et al., 2018).

Problemas de instabilidade hídrica como as inundações, podem ser mitigados com o planejamento do crescimento urbano, e entendimento da dinâmica natural da água, suas possibilidades e limitações (LOURENÇO et al., 2020). A não admissão da água no planejamento urbano expõe ao risco não apenas a estrutura urbana e os cidadãos, mas também ameaça a sustentabilidade ecológica dos sistemas ribeirinhos urbanos (Brown et al., 2009; DEBBAGE et al., 2018).

Os sistemas ribeirinhos, ou fundos de vale, são áreas de transição aquático-terrestres, e que apresentam características únicas. São delgadas faixas de solo fixadas ao longo das margens de rios, riachos, e redes de água (ASANOK et al., 2017; FU et al., 2017). Exercem funções importantes, como, filtração e conservação de nutrientes, redução no potencial de inundações, mitigação erosiva e regulação do fluxo, entre outras particularidades essenciais para o total funcionamento de uma zona ribeirinha (DEVORE et al., 2016).

Nunes et al. (2019), abordam a zona ribeirinha como protagonista na conservação da biodiversidade, pois sustenta a conectividade ecológica e propicia a prestação de serviços fundamentais na gestão dos cursos hídricos. Apesar de ter papel biológico tão importante, é regularmente modificada por interferências antrópicas como, o crescimento urbano, e sua infraestrutura formada por estradas e edifícios (BRANCALION et al., 2016).

Tais interferências geram instabilidade, e promovem regulares alterações

ecossistêmicas, o que expõe o fundo de vale à necessidade de metodologias que estimem, e identifiquem os impactos ambientais sofridos, possibilitando que medidas providências possam ser estabelecidas (SANTOS et al., 2015). Nesse contexto, para que uma medida seja estabelecida, é necessário que seja feita uma avaliação prévia, e o problema identificado, haja visto que o grau de vulnerabilidade de uma zona ribeirinha é variável em relação ao local ou situação ao qual está exposto (BRANCALION et al., 2016).

Para avaliação de impactos ambientais sofridos na região de fundos de vale, a ferramenta de índices multimétricos (MMIs), é apontada como potencial instrumento na construção de indicadores de avaliação, sendo capazes de gerar avaliações biológicas e ecossistêmicas (KUHEHNE et al., 2017; RUARO, et al., 2019). É um sistema onde são considerados os efeitos de múltiplos impactos e somados a eles medidas biológicas, ecológicas e funcionais individuais, tudo isso num único valor, possibilitando a aferição da condição geral do ecossistema (JUN et al., 2012).

Para que haja êxito nos programas de monitoramento, preservação ou recuperação de bacias hidrográficas é relevante que as investigações ambientais sejam, integradas, descomplicadas, objetivas e demandem pouco investimento financeiro (SANTOS et al., 2015). O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (RAP), é um exemplo de avaliação multimétrica, que se apresenta como ferramenta de monitoramento descomplicada, facilitando a avaliação de zonas ribeirinhas através de análise qualitativa (CALISTO et al., 2001). Os protocolos de avaliação rápida são estruturados a partir da união de métodos e processos, fundamentados em parâmetros pré-estabelecidos, em conformidade com o intuito da investigação ao qual é designado (RIGOTTI et al., 2016).

Diante do exposto, o objetivo principal desse trabalho é adaptar um protocolo de avaliação rápida, que venha a auxiliar na caracterização ambiental de fundos de vale urbanos no município de Maringá. A ferramenta proposta para o trabalho, busca não apenas a avaliação do riacho, mas sim do seu entorno, gerando um Protocolo de Avaliação Rápida de Fundos de Vale (PARFV). Por meio da avaliação das hipóteses, é esperado que i) existam distinções na qualidade ambiental dos fundos de vale, ao longo e entre os riachos avaliados; ii) por estar situada numa região topográfica chamada de divisor de águas pressupõe-se que a qualidade ambiental terá melhora ao longo do curso d'água, desde a nascente até a foz; e iii) existe diferença na importância relativa dos parâmetros analisados para a determinação da qualidade ambiental de cada fundo de vale.

5.2. MATERIAIS E MÉTODOS

5.2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida para este trabalho, delimita-se ao município de Maringá, Região Norte do Estado do Paraná. Para aplicação do Protocolo adaptado, foram selecionadas seis áreas urbanas e periurbanas, em realidade de fundo de vale. Como referência para a aplicação, foi delimitado um fundo de vale hipotético, com características baseadas na literatura. As áreas de fundo de vale escolhidas para avaliação, estão compreendidas no entorno dos seis seguintes riachos e ribeirões: Morangueiro ($23^{\circ} 23' 21''$ S, $51^{\circ} 54' 17''$ W), Maringá ($23^{\circ} 23' 08''$ S, $51^{\circ} 56' 57''$ W), Mandacarú ($23^{\circ} 23' 50''$ S, $51^{\circ} 58' 08''$ W), Pinguim ($23^{\circ} 27' 10''$ S, $51^{\circ} 54' 12''$ W), Cleópatra ($23^{\circ} 26' 10''$ S, $51^{\circ} 56' 02''$ W) e Floriano ($23^{\circ} 28' 39''$ S, $51^{\circ} 59' 31''$ W). (Figura 1).

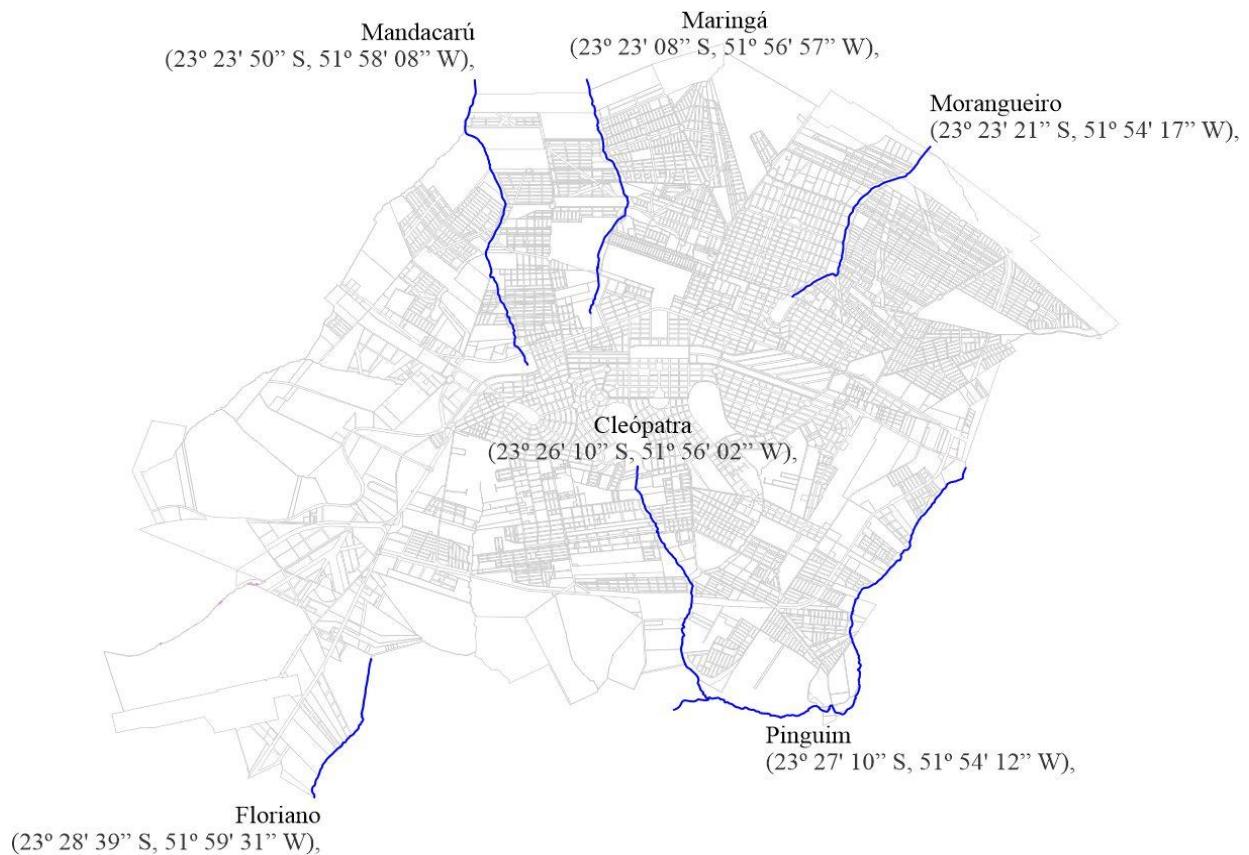


Figura1: Imagem representativa com mapa da cidade de Maringá e a localização dos fundos de vale selecionados.

Fonte: Autor, 2021

5.2.2. COLETA DE DADOS

Neste estudo, os dados referentes às particularidades dos fundos de vale urbanos, foram coletados a partir de uma adaptação do Protocolo de Avaliação Rápida de riachos proposto por Cioneck et al. (2011), onde foram exploradas particularidades das zonas ribeirinhas no traçado urbano.

A avaliação desenvolvida em seis fundos de vale da cidade de Maringá-PR, com coleta de dados estabelecida no período compreendido entre os meses de setembro a novembro de 2020, conta com dez parâmetros qualitativos: Área de Preservação Permanente (APP), Área de Preservação Ambiental (APA), e Vegetação, voltados às características vegetativas do espaço; Barreiras de Proteção, Características da Via Paisagística, Uso e Ocupação do solo no entorno imediato, Interrupções e Barreiras Antrópicas, que fazem referência as intervenções de estrutura urbana; e Ocupação Irregular das áreas de Proteção, Disposição Irregular de Resíduos Sólidos Urbanos (R.S.U.), Disposição Irregular de Efluentes, referentes aos usos ilegais e acometidos nessas áreas por meio da irresponsabilidade antrópica.

Em cada um dos seis fundos de vales analisados, foram propostos pontos de avaliação partindo da nascente, em direção à foz, sendo o último ponto de coleta localizado onde o fundo de vale deixa área urbana. O número de pontos selecionado variou em relação à facilidade de acesso, e também a dimensão linear do fundo de vale. Visando uma coleta de dados mais eficiente do fundo de vale, foram feitas avaliações nas duas margens, valores esses que foram somados, e a média entre eles foi o admitido para a análise dos dados.

Outro aspecto importante em relação à coleta de dados, e que interfere no resultado, foi a adoção de nota máxima, para parâmetros não presentes no ponto de avaliação. Em determinados pontos do fundo de vale, existe a urbanização em uma margem, enquanto na outra, o uso do solo ainda é rural, aspecto que propicia à inexistência de alguns dos parâmetros estabelecidos, como por exemplo, via paisagística. Desse modo, como tal variável não irá impactar o fundo de vale, foi atribuído a tal parâmetro, no referido ponto, a nota máxima sugerida no protocolo.

5.2.3. PARAMETROS DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE FUNDOS DE VALE

Os parâmetros utilizados na adaptação do protocolo de avaliação, bem como as características de cada parâmetro estão apresentadas no Quadro 1. Nesta ferramenta, utilizada no processo de avaliação do fundo de vale, são apresentadas, além das características consideradas, um gradiente de notas, que classifica o ponto avaliado de péssimo à ótimo.

Quadro 1: Parâmetros de avaliação do protocolo de avaliação rápida, proposto como ferramenta de avaliação para fundos de vale na região urbana da cidade de Maringá-PR.

1-ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APP											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Área protegida, vegetação nativa consolidada e em alto estado de conservação, presença de atividade de intervenção antrópica inexistente.			Área protegida, vegetação consolidada podendo ter áreas em situação de reflorestamento.			Área protegida, vegetação em situação de: reflorestamento, escassez de vegetação ou presença de gramíneas em grande parte da área.			Área desprotegida, carente de vegetação ou com espécies gramíneas em abundância, podendo ter uso de atividades antrópicas.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2-ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL - APA											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Área protegida, vegetação em alto estado de conservação, presença de atividade de intervenção antrópica inexistente.			Área protegida, vegetação preservada, presença e atividade de intervenção antrópica direcionada e de usos conscientes.			Preservação da faixa regulamentada, porém conta com vegetação arbórea pouco presente, presença de equipamento público irregular e ou obsoletos.			Área desprotegida, ou não respeitada pela ocupação urbana, vegetação arbórea inferior a 10%, presença de erosão.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
3-VEGETAÇÃO											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Vegetação consolidada e mata em bom estado de conservação, composta por espécies nativas, onde existe a mescla de várias espécies.			Apresenta espécies exóticas, mas em pequena quantidade, a maior parte dos exemplares estão na comunidade nativa, e gozam de bom estado de conservação.			A formatação de floresta é mantida, porém existe a presença de espécies invasoras e exóticas em grande quantidade, observa-se perca de espaço por parte da vegetação nativa			A vegetação é escassa e sofre com os efeitos antrópicos. Pouca presença de espécimes arbóreos, ocorrendo a predominância de espécies gramíneas.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

4-BARREIRAS DE PROTEÇÃO											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Ausência de cercas, alambrados e qualquer outra barreira física que segregue o espaço e gere áreas de insegurança para os usuários do espaço.			Presença pontual de barreiras ou sinalizações por motivo de risco real a integridade do usuário do espaço. E não como delimitador de acesso ao fundo de vale.			Espaços com a utilização de barreiras intermediárias, que não impeçam o contato visual com o lado oposto, nem o usuário de adentrar o espaço.			Aplicação de cercas e gradis que segregam totalmente o espaço e impede que o usuário do espaço urbano possa adentrar no fundo de vale.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
5-VIA PAISAGÍSTICA											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Vias de baixo fluxo de veículos, pavimentação com materiais que facilitem a permeabilidade do solo, uso de canteiros centrais ou laterais, arborização viária e infraestrutura de captação pluvial com viés sustentável.			Vias de baixo fluxo de veículos, pavimentação de vias em manta asfáltica, e passeios com material permeável, presença de canteiros centrais ou laterais, arborização viária e infraestruturas de captação pluvial.			Vias de médio fluxo de veículos, uso de pavimentação de vias e passeios com materiais tradicionais, arborização viária e infraestruturas de captação pluvial.			Vias de médio ou alto fluxo de veículos, uso de pavimentação de vias e passeios com materiais tradicionais, arborização viária falha ou inexistente e infraestruturas de captação pluvial em estado depredativo ou inexistente.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
6-USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO IMEDIATO											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Uso e ocupação mista, sendo comercial e residencial unifamiliar. Terrenos com área permeável obrigatória mínima de 30%.			Ocupação mista, sendo comercial e residencial unifamiliar ou multi-familiar de até 4 pavimentos. Terrenos com área permeável obrigatória mínima de 30%.			Ocupação do solo específica para um único uso com gabarito de construção superior a 4 pavimentos. Terrenos desprovidos de área permeável.			Ocupação do solo específica para uso industrial e comercial, presença de industrias e fabris em mais de 50% dos lotes. Terrenos desprovidos de área permeável.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
7-INTERRUPÇÕES E BARREIRAS ANTRÓPICAS											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Ausência de estruturas como: canalizações, aterros, barragens, pontes, diques, concretagem de margem, ou qualquer outra barreira que venha a interromper o fluxo natural do fundo de vale.			Presença pontual de alterações já instaladas na área de fundo de vale, que modifiquem minimamente o espaço e não venham a comprometer drasticamente a vida natural, exemplo pontes suspensas.			Presença de até duas das estruturas já citadas e que sejam necessárias para a manutenção da malha urbana e suas ligações. Ex: ponte suspensa mais concretagem pontual de margem.			Presença de estruturas que criam barreiras para os espécimes do local, e alterem a realidade do fundo de vale. Ex: canalizações e aterros aliados a concretagens de margem.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

8-OCUPAÇÃO IRREGULAR DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Presença nula de qualquer tipo de ocupação e uso antrópico na área de preservação.			Presença regulamentada de uso ocupacional na área de preservação ambiental sem comprometer a qualidade ambiental do fundo de vale.			Faixa preservada, presença de usos não edificáveis porem irregulares. Ex: Criação de animais, área agricultável não regulamentada.			Presença de uso antrópico edificável no interior da área de proteção, residencial ou comercial.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9-DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS -R.S.U.											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Área protegida, vegetação conservada, espaço livre de qualquer tipo de disposição física de material. Lixeiras e equipamentos que evitem o descarte de lixo.			Área protegida, vegetação consolidada e em alto estado de conservação, presença de disposição que não ultrapasse 10%, retirada do resíduo pelos órgãos públicos.			Área protegida, vegetação consolidada, presença de cerceamentos físicos para evitar o descarte irregular.			Área desprotegida, vegetação em estado de atenção, disposição de resíduo sólido urbano no local.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
10-DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS LIQUÍDOS - EFLUENTES											
ÓTIMO			BOM			REGULAR			PÉSSIMO		
Nenhum tipo de ligação visível que venha a dispor efluentes no fundo de vale. Manutenção das características naturais do local.			Presença de pontos de descarga de galerias pluviais urbanas. Nenhum tipo de ligação doméstica ou industrial visível. Manutenção das características naturais do local.			Presença de pontos de descarga de galerias pluviais urbanas, e/ou disposição de água proveniente de estação de tratamento de esgoto.			Presença de ligações clandestinas e disposição irregular de efluentes domésticos ou industriais, situação que irá alterar de forma prejudicial as características do espaço.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Fonte: Autor, 2021

Cada tópico analisado dentro do protocolo conta com descriptivo de características físicas pré-estabelecidas, de acordo com, no fundo de vale referência e seus caracteres baseados na literatura. Esses receberam uma nota, sendo estas divididas de quatro maneiras e graduadas da seguinte forma: péssima (nota de 0 a 2), regular (nota de 3 a 5), boa (nota de 6 a 8) e ótima (nota de 9 a 10). Estas notas seriam dadas de acordo com as características físicas analisadas em cada ponto escolhido do fundo de vale, o que reflete no seu estado de conservação, em comparação com o riacho escolhido como referência.

6. ÁNALISE DE DADOS

As análises estatísticas, foram desenvolvidas a partir do Software R. Onde para testar as diferenças em cada um dos parâmetros de avaliação entre os riachos foram utilizadas análises de variância unifatoriais (one way ANOVAs) e o teste *post hoc* Tukey. Quando os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade não foram atendidos foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e o teste *post hoc* de Dunn.

A fim de sintetizar os dados e ordenar as áreas de acordo com as características ambientais obtidas para cada variável descrita acima, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), utilizando a função “prcomp” do pacote *stats*. Anteriormente à análise, todas as variáveis foram estandardizadas. A PCA baseia-se na distância euclidiana entre as variáveis para obter a localização dos escores através dos eixos. Para facilitar a visualização e interpretação dos resultados, foi gerado um gráfico *biplot*, no qual a direção das setas é positivamente relacionado com o valor de cada variável. Ainda, todos os escores foram caracterizados de acordo com a identidade do córrego.

Com o objetivo de testar se existem diferenças significativas em relação ao grau de preservação entre os córregos, e avaliar como os parâmetros propostos influenciam o resultado da qualidade ambiental de cada um dos fundos de vale avaliados, foi realizada uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA; Anderson, 2005), através de 9,999 permutações. Uma vez significativa, a análise foi feita aos pares, para detectar quais córregos diferem entre si. A PERMANOVA foi realizada com distância euclidiana das variáveis ambientais, usando a função “adonis” do pacote *vegan* (Oksanen et al., 2019).

Já para estimar diferenças na heterogeneidade ambiental entre os fundos de vale e entender com base nos parâmetros propostos, quais foram as maiores e menores pontuações e como se diferem entre si, foi realizada uma análise de dispersões multivariadas (PERMDISP; Anderson et al., 2006), utilizando a função “betadisper” do pacote “*vegan*”. Este teste é baseado nas dissimilaridades médias de cada amostra para o centróide de seu grupo em um espaço multivariado, construído por meio da PCA (descrita anteriormente). Assim, maiores variações na heterogeneidade ambiental entre os locais são representadas por maiores diferenças em relação ao centróide de um grupo (Anderson et al., 2006). Seis grupos centróide foram considerados, representando cada córrego (Cleópatra, Floriano, Mandacarú, Maringá, Morangueiro e Pinguim). A significância estatística entre os centróides de cada córrego foi avaliada por meio de 9,999 permutações.

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

No presente estudo investigou-se a qualidade ambiental de fundos de vale do município de Maringá, através de um protocolo de avaliação rápida (PAR) adaptado, focando em parâmetros relacionados aos fundos de vale. Entre os dez parâmetros analisados, o parâmetro área de preservação permanente (APP) apresentou diferenças significativas entre os córregos (ANOVA: $F= 2,964$, $p= 0,02$), sendo que o riacho Morangueiro apresentou valores significativamente menores que os riachos Floriano e Mandacaru ($p=0,02$ e $p= 0,04$, respectivamente) (Figura 1a). Para a área de preservação ambiental (APA) também foram encontradas diferenças estatísticas entre os riachos (ANOVA: $F= 4,092$, $p= 0,004$), sendo que o riacho Floriano apresentou valores significativamente maiores que os riachos Mandacaru ($p=0,02$), Maringá ($p=0,03$) e Morangueiro ($p=0,01$) (Figura 1b). Já para o parâmetro vegetação as diferenças significativas (ANOVA: $F= 2,696$, $p= 0,03$) foram observadas apenas entre os riachos Floriano e Morangueiro, com maiores valores para o primeiro ($p=0,012$) (Figura 1c).

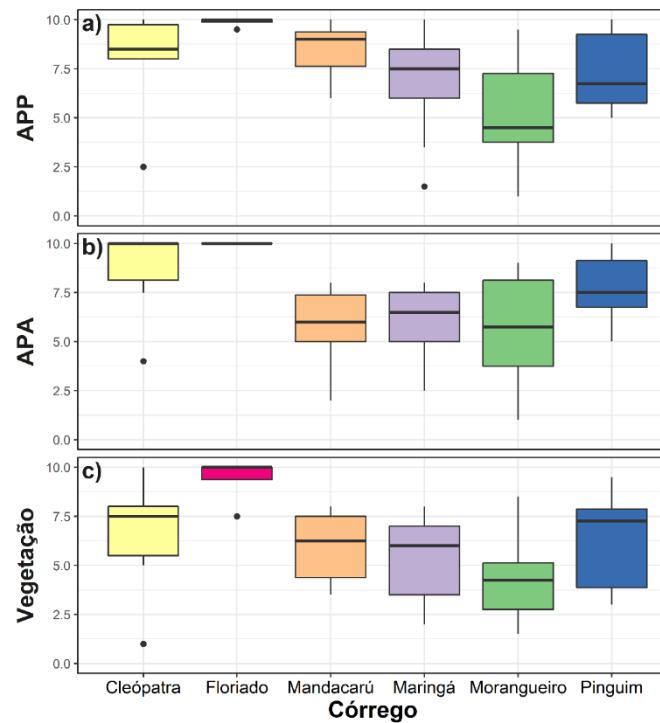


Figura 1: Parâmetros de avaliação entre os riachos: a) APP - área de preservação permanente; b) APA - área de preservação ambiental; c) Vegetação.

GONTIJO et al. (2019), esclarece que as áreas de proteção (APP e APA), são áreas utilizadas como ferramentas por programas de regularização ambiental, a fim de amenizar a degradação e a pressão sobre os recursos naturais. Por ser uma regra constitucional era esperado que os resultados apresentassem homogeneidade entre os fundos de vale, trazendo todos resultados elevados e coerentes à lei de proteção ambiental, contanto o que se observa em relação

ao parâmetro APP, é uma variação entre todos os fundos de vale avaliados, concedendo a Floriano o maior escore e Morangueiro o pior.

Desempenho semelhante foi apresentado por Gontijo et al. (2019), ao apresentar os dados de análise desenvolvida buscando atestar o atendimento do Código Florestal e a regularização ambiental, por unidades de bacias hidrográficas, em uma cidade de Minas Gerais. Esses autores obtiveram como resultado que apenas 36,15% das áreas ao redor de cursos d'água têm cobertura de vegetação nativa, dados estes que expõem uma grande fragilidade e desperta atenção sobre o efetivo emprego da proteção das áreas de APP.

A resposta obtida em relação ao parâmetro APA, demonstra que houve uma maior aproximação em relação ao anterior, mas ainda está longe de ser uma situação homogênea. Assim, os fundos de vale Morangueiro, Mandacaru e Maringá apresentam um desempenho que está próximo do regular, o que lhes confere uma realidade florestal de fragmentação. Situação semelhante é abordada numa análise da paisagem, desenvolvida sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão Anhumas em Campinas, onde a vegetação do entorno foi classificada por Silva et al. (2019), como fragmentada.

A fragmentação foi determinante no resultado do parâmetro vegetação. Enquanto o fundo de Vale Floriano apresenta vegetação mais densa e alinhada ao termo usado por Santos et al. (2015), como floresta de zonas internas, apresentando tampões maiores de vegetação, o fundo de vale Morangueiro apresenta características mais condizentes ao apresentado por (Wu et al, 2021). Estes autores, ao avaliarem o de potencial de reflorestamento de uma bacia hidrográfica, observaram que a fragmentação dos remanescentes reduz os habitats e consequentemente os recursos para a biota, o que diminui o tamanho populacional das diferentes espécies, e gera perda de diversidade.

Silva e Longo (2020), propõe a implantação de práticas adequadas de conservação das margens assim como sua vegetação, visando a conservação do espaço, e manutenção de funções essenciais para a manutenção do recurso hídrico.

Seguindo o mesmo padrão observado para os parâmetros APA e vegetação, o parâmetro Barreira de proteção apresentou diferenças significativas entre os córregos (ANOVA: $F= 4,926$, $p= 0,001$), sendo o riacho Floriano com valores significativamente superiores aos obtidos pra Cleópatra ($p=0,002$), Maringá ($p=0,009$), Morangueiro ($p=0,001$) e Pinguim ($p=0,04$) (Figura 2a). Os parâmetros Paisagem e Uso do solo não atingiram os pressupostos para a análise de variância, assim, foram realizados testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis. A paisagem apresentou diferenças entre os córregos (Kruskal-Wallis: $H(5)= 5,8785$; $p<0,001$), com o Córrego Floriano

apresentando maiores valores do que Mandacaru e Morangueiro ($p<0,001$ e $p=0,002$, respectivamente) e o riacho Pinguim com maiores valores do que Morangueiro ($p=0,03$) (Figura 2b). Para o uso do solo as diferenças foram significativas (Kruskal-Wallis: $H(5)= 26,321$; $p<0,001$) sendo que os maiores valores médios de uso do solo foram encontrados no riacho Maringá, sendo superiores estatisticamente de Cleópatra e Floriano ($p=0,001$ e $p<0,001$, respectivamente), enquanto que o riacho Pinguim apresentou valores maiores em relação ao riacho Floriano ($p=0,01$) (Figura 2c). Já o parâmetro dos Impactos e barreiras antrópicos não teve diferenças estatísticas entre os diferentes córregos (ANOVA: $F=0,818$; $p=0,54$) (Figura 2d).

O segundo grupo de parâmetros analisados fazem referência a como estruturas típicas do processo de construção física da cidade interferem, direta ou indiretamente, na área de fundo de vale. Os quatro parâmetros abordados na análise destacam o fundo de vale do ribeirão Floriano como detentor dos melhores resultados. O parâmetro barreiras de proteção, obteve notas maiores no fundo de vale mencionado, apresentando em sua maioria, margens livres de cercamentos, permitindo ao usuário, que esse se mova pelo espaço com conforto e segurança, e assim desenvolva com maior facilidade caracteres da percepção ambiental (CASARIM, ET AL., 2011).

A percepção social do ambiente, foi proposta numa análise alemã, onde Jähnig et al. (2011) observaram como sendo um aspecto muito importante na definição de sucesso de uma restauração de áreas ribeirinhas. O mesmo é evidenciado por Rudolpho et al. (2018) ao ressaltar o acesso público e a visibilidade, como importante estratégia na busca pela melhoria ambiental.

Morsch et al. (2017) afirmam ser necessário reintegrar os rios à paisagem urbana, promovendo uma relação humana com o recurso hídrico. Um cenário belo e agradável tende a ser admirado, salvaguardado e protegido com mais facilidade que uma paisagem de pouco apelo estético, avaliação que não quantifica valor ecológico (ARSÉNIO et al., 2020).

Pappalardo et al. (2017) estudaram alterações no solo advindas da pavimentação, e que são relacionadas ao parâmetro nomeado como, via paisagística, dentre elas, diminuição na capacidade de absorção pelo solo e aumento de fluxo superficial, que vem a provocar impactos diretos nos fundos de vale. Tal citação corrobora o resultado obtido, que expõe Cleópatra, Floriano e Pinguim, como fundos de vale menos impactados em relação a Morangueiro e Mandacaru. Os primeiros estão inscritos em zonas menos urbanizadas da cidade, e os demais em áreas de urbanização consolidada. Logo a presença de vias paisagísticas, no primeiro caso é menor, elevando os scores para os fundos de vale Floriano, Cleópatra e Pinguim.

Diferindo-se dos resultados apresentados até agora que elencavam Cleópatra e Floriano como detentores dos melhores resultados, o parâmetro Uso do Solo, exibe uma mudança, onde Maringá aparece como melhor fundo de vale no quesito. Xu et al., (2019), enfatizaram que a concentração de indústrias, e construções em larga escala, aumentam a faixa impermeável e reduzem a capacidade de infiltração pelo solo. Tal resultado evidencia o porquê da mudança aqui observada. O fundo de vale do Ribeirão Maringá, apesar de altamente urbanizado, tem o uso do solo em seu entorno composto basicamente por uso unifamiliar, enquanto os ribeirões Cleópatra e Floriano, apresentam no percorrer das suas margens, além das unidades de uso unifamiliar, unidades fabris e condomínios residenciais, ocupações que afetam de forma mais incisiva os fundos de vale.

Patra (2018), ao desenvolver análise sobre bacias hidrográficas, encontram resultado semelhante, explicitando que uma alta concentração de uso doméstico e comercial gera problemas de recarga, a impermeabilização promove menor infiltração, e consequentemente o curso d'água assim como o lençol freático tem seu abastecimento reduzido. O aumento da faixa impermeável é apontado também por Debbage et al. (2019), os quais concluiram que a configuração do solo promove alterações hidrográficas e alteram a realidade dos corpos hídricos.

Dentre as alterações possíveis, a inundação pluvial é apresentada por Pappalardo et al. (2017) como consequência da alta impermeabilização acometida pela urbanização nos solos que ladeiam os fundos de vale. Situação que segundo ele deve ser mitigada com emprego políticas de gestão de águas pluviais por meio de infraestrutura verde, e designação de responsabilidade do proprietário do solo reter o volume precipitado sobre seu lote, não sobrecarregando o sistema.

Os resultados obtidos para o parâmetro impactos e barreiras antrópicas, que avalia as estruturas construtivas introduzidas sobre os fundos de vale, não evidenciaram variação significativa entre os fundos de vale, correlação vinda da alta variação existente dentro de cada uma das áreas avaliadas. Os escores, mais uma vez, são elevados para o fundo de vale do ribeirão Floriano, que apresenta características concentradas próximo do ideal perante a ferramenta, e Morangueiro como o fundo de vale mais heterogêneo, tendo variações evidentes, com pontuações consideravelmente ruins.

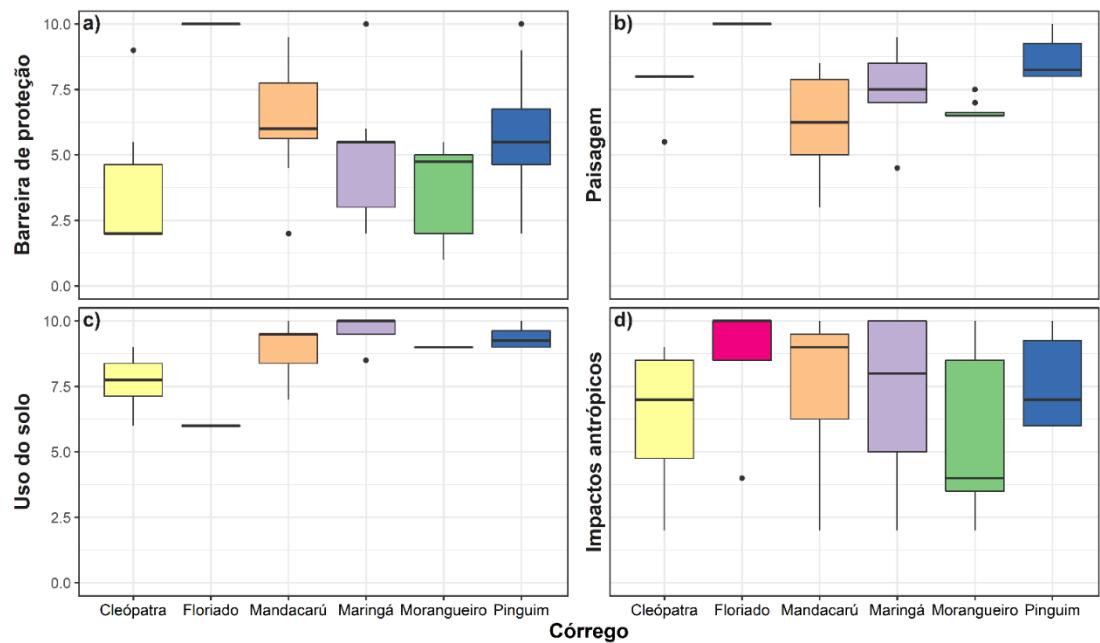


Figura 2: Parâmetros de avaliação entre os riachos: a) Barreira de proteção; b) Paisagem/Via paisagística; c) uso e ocupação do solo no entorno imediato; d) interrupções e barreiras antrópicas.

Os demais fundos de vale flutuam em escores que estão entre regulares e bons. Para o parâmetro Ocupação irregular das áreas de proteção, os fundos de vale apresentaram valores semelhantes entre si (Kruskal-Wallis: $H(5)= 15,248$; $p=0,009$), com exceção dos córregos Floriano e Morangueiro que diferiram estatisticamente ($p=0,002$) (Figura 3a). Seguindo um padrão semelhante ao anterior, a disposição irregular de resíduos sólidos urbanos (Kruskal-Wallis: $H(5)= 18,301$; $p=0,002$) apresentou diferenças entre os córregos Floriano e Morangueiro ($p=0,01$) e Floriano e Cleópatra ($p=0,001$) (Figura 3b). Já para a disposição irregular de efluentes urbanos não foram observadas diferenças estatísticas (ANOVA: $F= 0,89$; $p=0,49$) (Figura 3c).

O grupo de parâmetros que avaliam as ocupações antrópicas irregulares, busca identificar as fontes geradoras de impactos referentes à contaminação ambiental, aumento na expõe certa similitude entre as áreas avaliadas. O córrego Floriano, mais uma vez, se destaca em relação aos demais, por ter menor parte de suas margens acometidas pelo crescimento urbano, e consequentemente menor presença de tais invasões. Em contrapartida, o ribeirão Morangueiro, apresenta ao longo de suas margens uma realidade diferente, apresentando contaminação ripária causada por águas residuais, pastagem, ocupação humana, disposição de resíduos sólidos (GARCIA-ORDIALES et al., 2016).

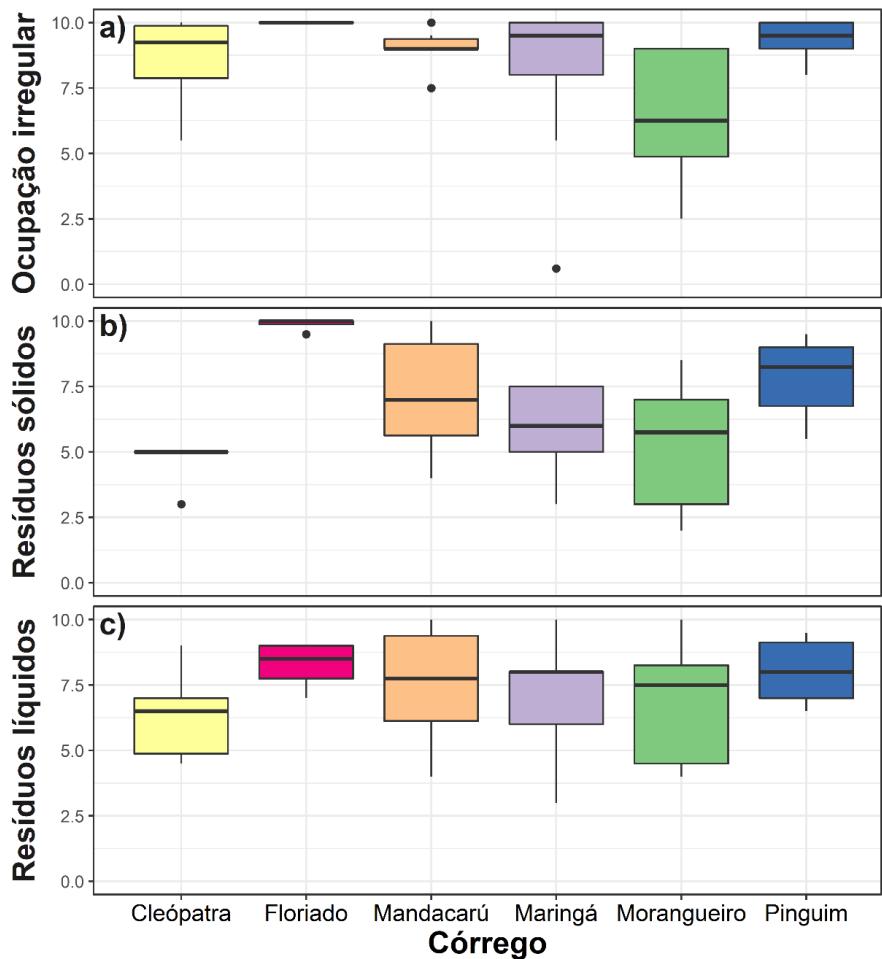


Figura 3: Parâmetros de avaliação entre os riachos: a) ocupação irregular das áreas de proteção; b) disposição irregular de resíduos sólidos urbanos; c) disposição irregular de resíduos líquidos urbanos.

Os córregos foram classificados em uma pontuação que variou de 1 a 10, sendo 1, nível de qualidade péssima, e 10, nível de qualidade ótima. Considerando a análise de todos os parâmetros, o riacho Floriano se mostrou o mais preservado (Figura 4). Todos os fundos de vale apresentaram uma elevada variação na sua qualidade ambiental ao longo dos pontos amostrados. No entanto, ao contrário da expectativa de piores valores de qualidade ambiental na região de cabeceira dos riachos, os mais baixos valores encontrados na análise dos dados obtidos com o uso do Protocolo de Avaliação Rápida de fundos de vale (PARFV) foram observados, em geral, na região intermediária dos riachos, com exceção do riacho Pinguim (Figura 4).

A cidade de Maringá estar implantada sobre um divisor de águas hidrográficas, entre os rios Ivaí e Pirapó (PEREIRA et al., 2011). De modo que, todos os fundos de vale têm suas nascentes dentro do perímetro urbano. Assim, no que se refere à variação longitudinal (no sentido cabeceira – foz), esperava-se que ocorresse uma melhoria na qualidade ambiental dos fundos de vale ao longo do curso do rio, e quanto mais longe da nascente, melhor fosse a qualidade.

Porém, uma cidade é um meio comandado e modificado pelo homem, através de vários processos, entre eles a urbanização (ZENG et al., 2019), e muitas delas sofrem com as mudanças desse processo, sua velocidade e incapacidade de ordenamento, gerando pressão sobre o ambiente natural (LIN et al., 2015).

Os resultados aqui obtidos evidenciam exatamente como o fundo de vale reage à essa realidade de crescimento, apresentando os piores resultados justamente, onde o rio perpassa áreas de ampliação urbana. Foi observado que na porção mais próxima a nascente, os parâmetros responderam de forma positiva, pois ali, a cidade já se encontra consolidada, e são respeitados em maior grau as variantes avaliadas, gerando um menor impacto, o que eleva a pontuação da área nesse ponto.

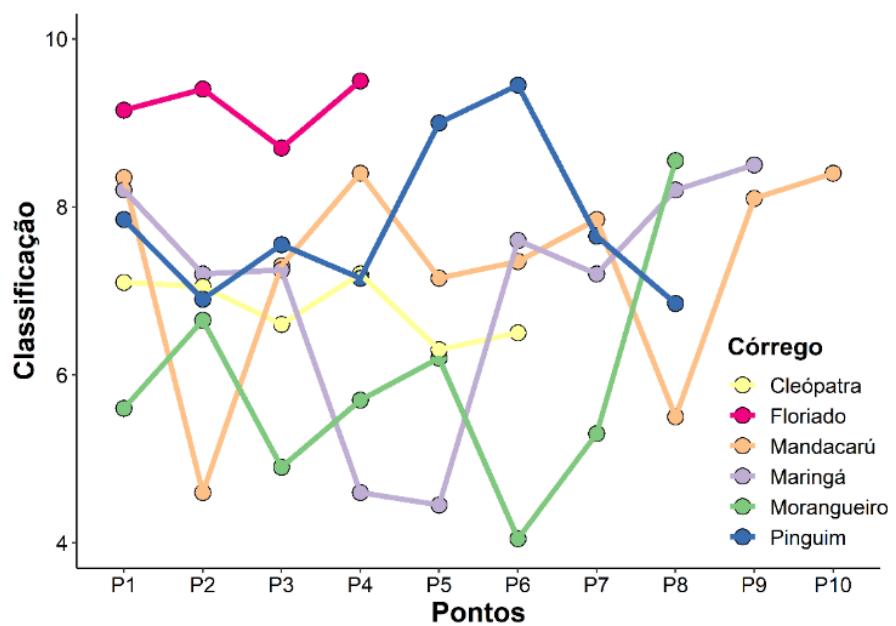


Figura 4: Classificação dos córregos quanto a sua qualidade ambiental, sendo que valores mais próximos a 10 indicam menores níveis de degradação.

Nas porções onde o fundo de vale é ladeado pelo crescimento urbano, que confere com a fase intermediária dos pontos de avaliação, estão ocorrendo mudanças no uso da terra, que comprometem a área das bacias hidrográficas (Ali et al., 2016). Tal processo, recente, acaba por degradar a capacidade ambiental e afeta a estabilidade do sistema (FITRIYANTO, 2019).

A avaliação progressiva em direção à foz do riacho evidencia um leve incremento nos valores do Protocolo, e mais especificamente, na qualidade ambiental, evidenciando que com a diminuição do efeito do traçado urbano e aproximação do meio rural, o fundo de vale demonstra melhores resultados de avaliação. Assim, apesar de terras agrícolas serem frequentemente associadas ao impacto da zona ribeirinha, causando o carreamento de sedimento até os rios (Zhao, et al., 2015), estudos tem demonstrado que riachos em terras agrícolas apresentam menores impactos que solos urbanos (LI, et al, 2018). Todos esses aspectos suportam a melhor qualidade ambiental verificada para o Ribeirão Floriano, ou seja, sua localização mais deslocada do traçado urbano, difere dos outros e tende a elevar sua qualidade ambiental em relação aos demais.

Os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) sintetizaram toda a variação da qualidade ambiental entre os fundos de vale analisados (Figura 5), sendo ambos os eixos significativos ($p<0,05$). A maioria dos pontos dos córregos Morangueiro, Maringá e Mandacaru estiveram negativamente relacionados ao eixo 1, enquanto que os riachos Pinguim e Floriano estiveram positivamente relacionados a esse eixo, apresentando os melhores valores para a grande maioria das variáveis analisadas. Assim, as variáveis que caracterizaram o córrego Pinguim foram disposição irregular de efluentes, barreiras antrópicas, barreiras de proteção, disposição irregular de resíduos sólidos urbanos e paisagem, sendo os riachos Morangueiro e Maringá relacionados aos piores valores dessas variáveis.

Já as variáveis correlacionadas ao córrego Floriano foram principalmente área de preservação permanente, área de preservação ambiental, vegetação e ocupação irregular das áreas de proteção. Já o córrego Cleópatra apresentou uma posição intermediaria em relação ao eixo1 da PCA e esteve negativamente relacionado ao eixo 2 da PCA, em oposição aos melhores registros de uso do solo, disposição de efluente e impacto antrópico (Figura 5).

Uma análise PERMANOVA evidenciou diferenças significativas na qualidade dos fundos de vale dos riachos analisados (Figura 4). Assim, corroborando a segregação evidenciada na PCA, a qualidade ambiental do fundo de vale do riacho Floriano foi significativamente distinta de todos os demais riachos. Além disso, o riacho Morangueiro diferiu significativamente dos riachos Pinguim e Mandacaru, e ainda o riacho Mandacaru do riacho Cleópatra (Figura 5).

Tais resultados sintetizam aqueles descritos anteriormente para cada grupo de parâmetros analisados, evidenciando diferenças expressivas e significativas na qualidade ambiental dos fundos de vale analisados, com destaque para a elevada qualidade ambiental dos riachos Pinguim e especialmente o riacho Floriano, por um lado, e a reduzida qualidade do fundo de vale dos riachos Maringá e Morangueiro.

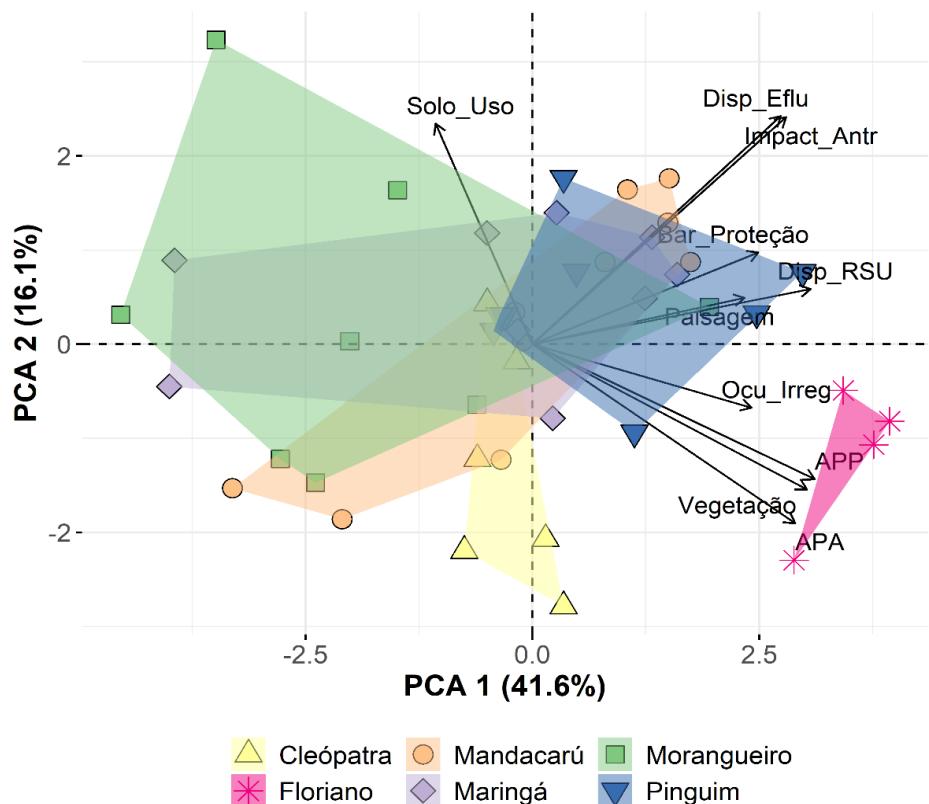


Figura 5: Diagrama de ordenação baseada na Análise de Componentes Principais (PCA) dos fundos de vale e sua relação com os parâmetros de avaliação de um Protocolo de Avaliação Rápida, em riachos urbanos no Município de Maringá. Solo_Uso= uso e ocupação do solo; Disp_Eflu= disposição irregular de efluentes; Impact_Antr= barreiras antrópicas; Bar_Proteção= barreiras de proteção; Disp_RSU= disposição irregular de resíduos sólidos urbanos; Ocu_Irreg= ocupação irregular das áreas de proteção; APP= área de preservação permanente; APA= área de preservação ambiental.

Como já discutido anteriormente, tal padrão de qualidade ambiental parece ser primordialmente determinado pela localização dos riachos no município. Assim, os riachos Floriano e Pinguim, com grande parte de sua extensão, mais afastados do centro da cidade, apresentaram melhor pontuação em grande parte dos parâmetros analisados no Protocolo. Por outro lado, Morangueiro e Maringá foram os fundos de vale com menores pontuações em grande parte dos quesitos, e são aqueles com maior extensão nas áreas centrais e periféricas da cidade.

Por fim, a análise de Homogeneidade de Dispersões Multivariadas (PERMIDISP) mostrou valores semelhantes de heterogeneidade ambiental entre os riachos analisados (PERMIDISP: $F = 1,5848$, $p = 0,19$), com exceção do riacho Floriano, que apresentou valores menores desse atributo, embora não significativos estatisticamente (Figura 6).

Partindo do pressuposto, que as zonas ribeirinhas são severamente alteradas devido a atividade humana assim como o desenvolvimento de cidades (Wang, et al., 2020), era esperada maior homogeneidade dos fundos de vale, ao longo do curso dos riachos. Assim, a análise de heterogeneidade expõe uma grande variação dentro de cada riacho, estando todos, no entanto, muito similares em heterogeneidade, sendo exceção apenas Floriano como o mais distinto, justamente pelo fato de ele ser o fundo de vale mais afastado da malha urbana, e consequentemente menos heterogêneo em relação as variáveis. Dois aspectos podem ser arrolados sobre essa exceção, o primeiro, já discutido, discorre sobre sua localização na malha urbana, e o segundo, relacionado ao número reduzido de pontos amostrados, na comparação com os demais fundos de vale.

Com exceção do Floriano, os demais fundos de vale avaliados são muito heterogêneos, tendo cada um deles grande variância nos resultados dos parâmetros avaliados. Em todos é observado padrão semelhante no desempenho linear da avaliação, existe certa similaridade em escore na nascente e na foz, e uma decrescente na parte mediana, onde o desempenho dos parâmetros decresce, em relação às extremidades.

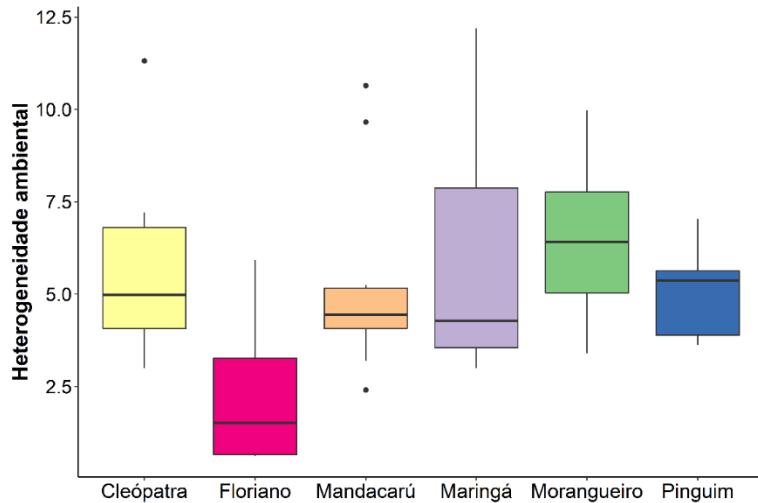


Figura 6: Heterogeneidade Ambiental entre os fundos de vales dos riachos urbanos analisados no município de Maringá, a partir de um Protocolo de Avaliação Rápida, adaptado

Avaliados os parâmetros, é visível a necessidade de atenção em todas as frentes abordadas, porém alguns ganham destaque na leitura, merecendo atenção. Os parâmetros ligados à vegetação e áreas de proteção, assim como referentes à disposição irregular de resíduos e aquele que trata da questão das barreiras de proteção, despontam como piores médias e despertam atenção, são os mais importantes parâmetros a serem considerados na adoção de medidas mitigadoras para o alcance da melhora na qualidade ambiental desses fundos de vale.

8. CONCLUSÃO

A proposta de adaptação do protocolo se apresentou efetiva, gerando uma ferramenta de diagnóstico capaz de avaliar o ambiente ribeirinho de forma descomplicada e com solidez científica. A ferramenta variante de um instrumento com foco no leito do rio, amplia a lente de observação para o entorno, e acerta o objetivo de identificar particularidades dessa região que marca a transição entre o meio aquático e terrestre quando inserida na cidade.

Seis áreas de fundo de vale foram avaliadas na cidade de Maringá, fazendo uso desse instrumento, e em nenhuma delas foi identificado alto nível de preservação, mas sim, uma variação que os deixam na média da avaliação. Nessa similaridade, Floriano destoa-se

significativamente, com desempenho próximo de ótimo, e Morangueiro com resultados que tendem de regular à ruim, segundo o considerado no protocolo.

Ao observar o comportamento dos fundos de vale, avaliando como se diferem entre si perante os parâmetros avaliados, foi clara a existência de sobreposições pontuais, evidenciando grande homogeneidade entre os fundos de vale locados na parte norte da cidade, ribeirões, Morangueiro, Maringá e Mandacaru, e dissonância entre os pertencentes a ala sul, sendo eles, distintos entre eles, e distintos dos demais. O segundo grupo traz resultados de qualidade ambiental superiores ao primeiro, cabendo salientar a relação que a disposição dos fundos de vale em relação ao crescimento urbano, maior na parte norte, que sul, pode ter influenciado o resultado.

Influência que é comprovada, ao analisar qual é o comportamento da qualidade ambiental ao longo do curso de cada fundo de vale. A investigação mostrou a parte central dos cursos, ladeada por zonas de expansão e consolidação urbana, detentora do menor desempenho. O que evidencia o porque do resultado inferior obtido pela parte norte, mais urbanizada, e em processo de latente expansão, em comparação a parte sul, que apresenta fundos de vale locados em uma regiões de menor fomento, e a margem da cidade, tendo parte das suas bordas ladeadas por terras rurais.

Partindo do pressuposto da adaptação de uma nova ferramenta, é sugerida a continuidade do trabalho, de modo que outras avaliações do ambiente ribeirinho sejam feitas. Aplicações maiores, que tracem um perfil geral da zona ribeirinha urbana da cidade avaliando toda a rede hidrográfica existente, ou então a aplicação em realidade urbana diversa, com novas óticas de avaliação sejam desenvolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. J. (2005). Permutational multivariate analysis of variance. *Department of Statistics, University of Auckland, Auckland*, 26, 32-46.
- Anderson, M. J., Ellingsen, K. E., & McArdle, B. H. (2006). Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology letters*, 9(6), 683-693.
- Ali, M., Hadi, S., & Sulistyantara, B. (2016). Study on land cover change of Ciliwung downstream watershed with spatial dynamic approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 227, 52-59.
- Arsénio, P., Rodríguez-González, P. M., Bernez, I., S. Dias, F., Bugalho, M. N., & Dufour, S. (2020). Riparian vegetation restoration: Does social perception reflect ecological value? *River Research and Applications*, 36(6), 907-920.
- Brancalion, P. H., Garcia, L. C., Loyola, R., Rodrigues, R. R., Pillar, V. D., & Lewinsohn, T. M. (2016). A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, 14, 1-15.
- Brito, F., Horta, C. J. G., & Amaral, E. F. (2018). A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas.
- Brown, L. R., Cuffney, T. F., Coles, J. F., Fitzpatrick, F., McMahon, G., Steuer, J., ... & May, J. T. (2009). Urban streams across the USA: lessons learned from studies in 9 metropolitan areas. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(4), 1051-1069.
- Casarin, V., da Saboya, RT, & Santiago, AG (2012). Análise de acessibilidade e visibilidade do Parque Moinhos de Vento em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Jornal de Engenharia Civil e Arquitetura*, 6 (9), 1158.
- Cionek, V. D. M., Beaumord, A. C., & Benedito, E. (2011). Protocolo de Avaliação Rápida do Ambiente para riachos inseridos na região do arenito Caiuá–Noroeste do Paraná. *Maringá: EDUEM*.
- Callisto, M., Moretti, M., & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82.
- Debbage, N., & Shepherd, J. M. (2018). The influence of urban development patterns on streamflow characteristics in the Charlanta Megaregion. *Water Resources Research*, 54(5), 3728-3747.
- Fitriyanto, B. R., & Helmi, M. (2019). Analyzing spatiotemporal types and patterns of urban growth in watersheds that flow into Jakarta Bay, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 14, 170-177.
- García-Ordiales, E., Esbrí, J. M., Covelli, S., López-Berdonces, M. A., Higuera, P. L., & Loredo, J. (2016). Heavy metal contamination in sediments of an artificial reservoir impacted by long-term mining activity in the Almadén mercury district (Spain). *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6024-6038.
- Jähnig, S. C., Lorenz, A. W., Hering, D., Antons, C., Sundermann, A., Jedicke, E., & Haase, P. (2011). River restoration success: a question of perception. *Ecological Applications*, 21(6), 2007-2015.
- Jun, Y. C., Won, D. H., Lee, S. H., Kong, D. S., & Hwang, S. J. (2012). A multimetric benthic macroinvertebrate index for the assessment of stream biotic integrity in Korea. *International journal of environmental research and public health*, 9(10), 3599-3628.
- Kuehne, L. M., Olden, J. D., Strecker, A. L., Lawler, J. J., & Theobald, D. M. (2017). Past, present, and future of ecological integrity assessment for fresh waters. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 197-205.

- Larocca, A. G., Cardoso, C., & De Angelis, B. L. D. (2017). O Impacto da Ocupação de Fundo de Vales em Áreas Urbanas—Estudo de caso Lago Igapó Londrina—PR. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 5(30).
- Li, K., Chi, G., Wang, L., Xie, Y., Wang, X., & Fan, Z. (2018). Identificar a zona de amortecimento ciliar crítica com a ligação mais forte entre as características da paisagem e a qualidade da água superficial. *Ecological Indicators*, 93, 741-752.
- Lin, B., Meyers, J. Barnett, G. (2015) Compreender a perda potencial e as desigualdades da distribuição de espaços verdes com a densificação urbana. *Silvicultura urbana e vegetação urbana*, v. 14, n. 4, pág. 952-958.
- Lourenço, I. B., Guimarães, L. F., Alves, M. B., & Miguez, M. G. (2020). Land as a sustainable resource in city planning: The use of open spaces and drainage systems to structure environmental and urban needs. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123096.
- Morsch, M. R. S., Mascaró, J. J., & Pandolfo, A. (2017). Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. *Ambiente Construído*, 17(4), 305-321.
- Nunes, S., Barlow, J., Gardner, T., Sales, M., Monteiro, D., & Souza Jr, C. (2019). Incertezas na avaliação da extensão e situação de conformidade legal das matas ciliares na Amazônia oriental brasileira. *Land Use Policy*, 82, 37-47.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., & Wagner, H. (2019). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5–6. 2019.
- Pappalardo, V. et al. (2017) O potencial da aplicação de infraestrutura verde no controle do escoamento urbano para o planejamento do uso do solo: Uma avaliação preliminar de um estudo de caso no sul da Itália. *Serviços de ecossistema*, v. 26, p. 345-354.
- Patra, S., Sahoo, S., Mishra, P., & Mahapatra, S. C. (2018). Impacts of urbanization on land use/cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. *Journal of Urban Management*, 7(2), 70-84.
- Pereira, J. A., Meneguetti, K. S., & Rego, R. L. (2011). Urban Fringe Belts around Cidades Novas: O Caso de Maringá—Brasil. *Paisagem e Ambiente*, (29), 85-102.
- Rigotti, J. A., Pompêo, C. A., & Fonseca, A. L. D. O. (2016). Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. *Revista Ambiente & Água*, 11(1), 85-97.
- Rudolpho, L. D. S., Karnopp, Z. M. P., & Santiago, A. G. (2018). The landscape of the Fortaleza River in Blumenau-SC: population perception for its recovery and valuation. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(2), 442-457.
- Ruaro, R., Gubiani, É. A., Cunico, AM, Higuti, J., Moretto, Y., & Piana, PA (2019). Índice multimétrico unificado para avaliação da condição biológica de riachos no Sul do Brasil com base em assembléias de peixes e macroinvertebrados. *Gestão ambiental*, 64 (5), 661-673.
- dos Santos, K. P., Kopp, K., & de Oliveira, W. N. (2015). Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás.
- dos Santos Abdalla, L., & Madureira, C. (2015). Análise de Fragmentação Florestal no município de Silva Jardim, APA do Rio São João, RJ. *Revista Brasileira de Cartografia*, 67 (1).

da Silval, A. L., & LongoII, R. M. (2020). Ecologia da paisagem e qualidade ambiental de remanescentes florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Atibaia dentro do município de Campinas-SP. *Ciência Florestal*, 30(4), 1176- 1191.

Wang, M., Duan, L., Wang, J., Peng, J., & Zheng, B. (2020). Determinar a largura das zonas de amortecimento ribeirinhas do lago para melhorar a qualidade da água com base no ajuste da estrutura de uso da terra. *Engenharia Ecológica*, 158 , 106001.

Xu, J., Liu, S., Zhao, S., Wu, X., Hou, X., An, Y., & Shen, Z. (2019). Dinâmica espaço-temporal do serviço de produção de água e sua resposta à urbanização na bacia do rio Beiyun, Pequim. *Sustentabilidade*, 11 (16), 4361.

Zhang, J., Li, S., & Jiang, C. (2020). Efeitos do uso da terra na qualidade da água em uma bacia hidrográfica (Daning) da área do reservatório das Três Gargantas, China: Bacia hidrográfica versus zona ribeirinha. *Ecological Indicators*, 113, 106226.

Zhao, W., Zhu, X., Sun, X., Shu, Y., & Li, Y. (2015). Mudanças na qualidade da água em resposta à expansão urbana: relações e determinantes espacialmente variáveis. *Environmental Science and Pollution Research* , 22 (21), 16997-17011.

Zeng, Q., Xie, Y., & Liu, K. (2019). Avaliação dos padrões de cobertura do solo urbano e áreas de superfície impermeáveis: Um estudo de caso de Shenzhen, China. *Física e Química da Terra, Partes A / B / C* , 110 , 1-7.

9. NORMAS DA REVISTA

9.1.1. ENVIO EM FORMATO LIVRE

A *Gestão da Qualidade Ambiental* agora oferece envio em formato gratuito para um processo de envio simplificado e otimizado.

Antes de enviar, você precisará de:

- Seu manuscrito: pode ser um único arquivo incluindo texto, figuras e tabelas ou arquivos separados - o que você preferir. Todas as seções necessárias devem estar contidas em seu manuscrito, incluindo resumo, introdução, métodos, resultados e conclusões. Figuras e tabelas devem ter legendas. As referências podem ser submetidas em qualquer estilo ou formato, desde que sejam consistentes ao longo do manuscrito. Se o manuscrito, figuras ou tabelas forem difíceis para você ler, eles também serão difíceis para os editores e revisores. Se o seu manuscrito for difícil de ler, a redação pode enviá-lo de volta para revisão.
- A página de título do manuscrito, incluindo declarações relacionadas às nossas políticas de ética e integridade (consulte as informações sobre essas políticas abaixo na Seção 1):
 - Declaração de disponibilidade de dados
 - Declaração de financiamento
 - Divulgação de conflito de interesses
 - Declaração de aprovação de ética
 - Declaração de consentimento do paciente
 - Permissão para reproduzir material de outras fontes
 - Registro de ensaio clínico
 - Os detalhes do seu coautor, incluindo afiliação e endereço de e-mail.
 - Um ID ORCID, disponível gratuitamente em <https://orcid.org>

Se você for convidado a revisar seu manuscrito após a revisão por pares, o periódico também solicitará que o manuscrito revisado seja formatado de acordo com os requisitos do periódico, conforme descrito abaixo.

9.1.2. AUTORIA

Todos os autores listados devem ter contribuído substancialmente para o manuscrito e concordado com a versão final enviada. Revise os padrões editoriais e role para baixo para obter uma descrição dos critérios de autoria.

9.1.3. FOLHA DE ROSTO

A página de título deve conter:

- Um breve título informativo contendo as principais palavras-chave. O título não deve conter abreviações (consulte as dicas de práticas recomendadas de SEO da Wiley);
- Um título curto com menos de 40 caracteres;
- Os nomes completos dos autores;
- Afiliações institucionais do autor onde o trabalho foi realizado, com nota de rodapé para o endereço atual do autor se diferente de onde o trabalho foi realizado;
- Agradecimentos.

9.1.4. ARQUIVO DE TEXTO PRINCIPAL

O arquivo de texto principal deve estar em Word e incluir:

- Um breve título informativo contendo as principais palavras-chave. O título não deve conter abreviações
- Os nomes completos dos autores com afiliações institucionais onde o trabalho foi realizado, com nota de rodapé para o endereço atual do autor se diferente do local onde o trabalho foi realizado;
- Agradecimentos;
- Resumo
- 3-7 palavras-chave;
- Corpo Principal
- Referências;
- Tabelas (cada tabela completa com título e notas de rodapé);

- Figuras: as legendas das figuras devem ser adicionadas abaixo de cada imagem individual durante o upload E como uma lista completa no texto.

9.1.5. ESTILO DE REFERÊNCIA

As referências devem ser preparadas de acordo com o Manual de Publicação da *American Psychological Association* (6^a edição). Isso significa que as citações no texto devem seguir o método autor-data, onde o sobrenome do autor e o ano de publicação da fonte devem aparecer no texto, por exemplo, (Jones, 1998). A lista de referências completa deve aparecer em ordem alfabética por nome no final do artigo.

Um exemplo das entradas mais comuns nas listas de referência aparece abaixo. Observe que um DOI deve ser fornecido para todas as referências, quando disponíveis. Para obter mais informações sobre o estilo de referência da APA, consulte o FAQ da APA. Observe que, para artigos de periódicos, os números das edições não são incluídos, a menos que cada edição do volume comece com a página um.

Artigo de jornal

Beers, SR, & De Bellis, MD (2002). Função neuropsicológica em crianças com transtorno de estresse pós-traumático relacionado a maus-tratos. *The American Journal of Psychiatry*, 159, 483-486.

<http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajp.159.3.483>

Livro

Bradley-Johnson, S. (1994). *Avaliação psicoeducacional de alunos cegos ou deficientes visuais: da infância ao ensino médio* (2^a ed.). Austin, TX: Pro-ed.

Documento da Internet

Norton, R. (2006, 4 de novembro). Como treinar um gato para operar um interruptor de luz [arquivo de vídeo]. Obtido em www.youtube.com/watch?v=Vja83KLQXZs

9.1.6. FIGURAS E INFORMAÇÕES DE APOIO

Figuras, informações de apoio e apêndices devem ser fornecidos como arquivos separados. Você deve revisar os requisitos básicos de figuras para manuscritos para revisão por pares, bem como os requisitos de figuras pós-aceitação mais detalhados. Veja as perguntas frequentes de Wiley sobre informações de suporte.

9.1.7. TIPOS DE ARTIGO

Artigo de Revista deve conter relatórios de descobertas de pesquisas ou análises conceituais que fazem uma contribuição significativa para o conhecimento. Limite máximo de 6.000 (seis mil) palavras, e apresentar resumo. Deve ser incluído como requerimento um resumo do artigo que tenha de 25 a 50 palavras.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protocolo proposto se mostrou eficiente como ferramenta de diagnóstico, atingindo o objetivo de gerar uma ferramenta de avaliação do ambiente ribeirinho, de baixo custo e solidez científica. O instrumento variante de um protocolo com vistas ao leito do rio, expande a lente de observação para o entorno, e atinge o objetivo de identificar fragilidades dessa zona de transição entre o meio aquático e terrestre quando inserida na cidade.

Com ele foi possível entender como está qualidade ambiental de seis áreas de fundo de vale na cidade de Maringá, e concluir que, em nenhuma delas existe um nível alto e preservação, existe sim, uma realidade de resultados que os deixam na média da avaliação. Dentro dessa similaridade, Floriano destoa-se positivamente, com uma média de avaliação mais alta, próximo do considerado ótimo no protocolo, sendo seguido por Pinguim, Cleópatra, Mandacaru e Maringá, que tem a maior parte dos resultados médios, o classificando-os como fundos de vale que tem a qualidade ambiental entre regular e boa, e por fim, as áreas circundantes ao ribeirão Morangueiro que apresentaram resultados mais problemáticos, classificando o fundo de vale como uma área de qualidade ambiental regular, tendendo à ruim.

Ao fazer uma avaliação de como se diferem os fundos de vale entre si a partir dos parâmetros avaliados, é notável que apesar de existir sobreposição pontual, existe uma homogeneidade muito grande entre os fundos de vale dos ribeirões Morangueiro, Maringá e Mandacaru, situados na parte sul da cidade, enquanto que para os demais, localizados na parte norte do divisor de águas, existe certa dissonância, sendo eles, diferentes entre si, e diferentes dos demais. Os resultados da qualidade ambiental do segundo grupo, tendeu ser maior que do primeiro, e dito isso, cabe salientar que a posição dos cursos d'água em relação ao crescimento urbano, maior na parte norte, que sul, pode ter interferido no resultado obtido.

Interferência essa que é comprovada ao ser feita a análise demonstrativa de melhora ao longo do curso do rio, uma investigação que mostrou que não existe crescente da nascente em direção a foz, mas sim um desvio, onde a parte central de cada área avaliada apresenta declínio, voltando a subir nos pontos finais. Evidenciando o porquê de na ala sul, mais urbanizada, e em

expansão, os fundos de vale demonstraram resultados inferiores, todas as três áreas desse setor compartilham do mesmo estilo de entorno, urbanização consolidada e áreas de expansão. Enquanto os córregos da área sul apresentam singularidades que explicam os resultados, sendo Cleópatra advindo de uma zona urbana de menor fomento, e os demais locados à margem da cidade, tendo as bordas ladeadas ainda por terras rurais.

A complementação e continuidade do trabalho é sugerida buscando lapidar o protocolo de avaliação proposto, criando novos parâmetros, ou sugerindo uma nova forma de estabelecer o riacho referência que não sendo baseado na literatura. Ainda é sugerida a possibilidade de incluir novos corpos hídricos da cidade, ampliando o diagnóstico e possibilitando uma total visão da qualidade ambiental dos fundos de vale da cidade.

