



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Dinâmica Fluvial e Caracterização Limnológica do Córrego do Cedro, Presidente Prudente -São Paulo/ Brasil

Edmiler José Silva Degrande¹, Glauber Verner Firmino², Marco Aurélio Neri Torres³

1-Doutorando em geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp/Presidente Prudente); Rua Roberto Símonsens, 305, Jardim das Rosas, Presidente Prudente, Brasil, SP; CEP: 19060-900; e-mail: edmiler.js@hotmail.com (autor correspondente) 2- Mestrando em geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp/Presidente Prudente); Rua Roberto Símonsens, 305, Jardim das Rosas, Presidente Prudente, Brasil, SP, CEP: 19060-900; e-mail: glauberverner@gmail.com 3- Mestrando em geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp/Presidente Prudente); Rua Roberto Símonsens, 305, Jardim das Rosas, Presidente Prudente, Brasil, SP, CEP: 19060-900; e-mail: marco.torres.geo@gmail.com.

Artigo recebido em 12/02/2020 e aceito em 06/04/2020

RESUMO

A necessidade de estudos sobre as questões ambientais, tais como os recursos hídricos, são cada vez mais essenciais como forma de mitigar os impactos adversos promovidos pelas ações antrópicas. Neste sentido o presente artigo visa analisar a dinâmica fluvial e sua relação com as características limnológicas do córrego do Cedro localizado no município de Presidente Prudente- SP. Para tanto, este estudo avaliou três seções transversais situadas no alto, médio e baixo curso deste ambiente lótico, sendo realizadas coletas em campo de amostras dos principais parâmetros associados a geometria hidráulica do canal como: vazão (Q), largura (w), profundidade (d), e velocidade (v). Para a caracterização limnológica do córrego em questão coletou-se informações sobre o Potencial Hidrogeniônico (pH), com o auxílio de um pHmetro, e a Turbidez (para a qual se utilizou um turbidímetro) e ainda a coleta de sedimentos em suspensão e de leito. A avaliação da carga detrítica em suspensão e de fundo ocorreram no Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Presidente Prudente- SP. Os resultados obtidos demonstram que tanto a dinâmica fluvial quanto as variáveis limnológicas analisadas vêm sofrendo com as formas de uso da terra na bacia repercutindo na entrada de material alóctone de origem tecnogênica, promovendo mudanças no ajuste do sistema fluvial e alterações na característica física e química da água. Dessa forma o estudo tem se mostrado eficaz na correlação entre os dados de geometria hidráulica e limnologia na avaliação ambiental da área em questão.

Palavras-chave: Geometria hidráulica. Limnologia. Diagnóstico ambiental

Fluvial Dynamics and Limnological Characterization of Cedro Stream, President Prudente-SP

ABSTRACT

The need for studies on environmental issues, such as water resources, is increasingly essential as a way of mitigating the adverse impacts caused by human actions. In this sense this article aims to analyze the river dynamics and its relationship with the limnological characteristics of the Cedro stream located in the city of Presidente Prudente-SP. For this, this study evaluated three cross sections located in the high, medium and low course of this lotic environment. Samples were collected in the field of the main parameters associated with the channel hydraulic geometry, such as flow (Q), width (w), depth. (d), and velocity (v). For the limnological characterization of the stream in question we collected information about the Hydrogenionic Potential (pH), with the aid of a pH meter, and the Turbidity (for which a turbidimeter was used), as well as the collection of suspended sediment and bed. The evaluation of the suspended and bottom detrimental load occurred at the Laboratory of Geology, Geomorphology and Water Resources of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente-SP campus. The results show that both the river dynamics and the limnological variables analyzed have been suffering from land use in the basin, resulting in the entry of allochthonous material of technogenic origin, promoting changes in the fluvial system adjustment and changes in the physical and chemical characteristics of

the water. Thus, the study has been shown to be effective in correlating the data of hydraulic geometry and limnology in the environmental assessment of the area in question.

Keywords: Hydraulic geometry. Limnology. Environmental diagnosis

Introdução

A importância dos estudos sobre as modificações ao ambiente natural pelas ações antrópicas são cada vez mais notórias e de extrema relevância, auxiliando na atenuação de impactos ambientais adversos, e sobretudo, na melhoria da própria qualidade de vida da sociedade humana.

Dentre os elementos naturais objetos de preocupação, trabalhos realizados sobre a qualidade dos recursos hídricos têm ganhado importância uma vez que a água é um bem natural cada vez mais limitado, sendo os problemas associados a degeneração dos recursos hídricos crescentemente mais complexos.

Nesta perspectiva, a inerência entre ciências como a geomorfologia fluvial e a limnologia tem apresentado grande contribuição para estudos ligados a avaliação da qualidade de ambientes fluviais, como pode ser observado em trabalhos desenvolvidos por (Meissner et al., 2016; Chargas et al., 2017; Francisco, 2017; Santana et al., 2017).

A bacia hidrográfica como unidade espacial tem sido a escala de análise mais utilizada em estudos sobre a dinâmica fluvial e limnologia de sistemas lóticos, pois auxilia na compreensão do funcionamento dos processos hidrológicos.

As características hídricas de uma bacia assim como a natureza do material presente em seu curso d'água estão condicionados a interrelação entre diversos elementos, a saber: clima, estrutura geológica, relevo, cobertura vegetal e uso da terra (Christofoletti, 1981).

Neste sentido, a bacia hidrográfica se mostra substancial para a compreensão da dinâmica natural, permitindo analisar os elementos da paisagem e suas interações, o que pode ser de suma importância para o planejamento ambiental (Costa, Santos e Oliveira 2016; Dickel e Godoy 2016; Silva e Paes, 2018).

Logo, o entendimento da dinâmica fluvial, além da identificação de mudanças nas características naturais do rio sob a influência humana são imprescindíveis para a gestão sustentável dos recursos hídricos, sendo a geometria hidráulica um importante instrumento de análise ambiental (Yuce, Esit e Karatas, 2019).

Por conseguinte, a geometria hidráulica pode ser definida como o “estudo das características geométricas e de composição dos canais fluviais”, podendo ser avaliadas por meio do perfil transversal (Christofoletti, 1981, p.53).

Nesta perspectiva, Coser e Grison (2019) reafirmam a relevância dos perfis transversais nos estudos de geometria hidráulica, sendo necessário a obtenção de informações das variáveis profundidade, largura e velocidade, assim como o monitoramento da vazão.

Ao longo do perfil longitudinal o crescimento da descarga de um rio ocorre à medida que este recebe seus afluentes. Consequentemente, há o ajuste entre os elementos concernentes a geometria hidráulica no sentido jusante (Stevaux e Latrubesse, 2017). Esta propensão auxilia no entendimento do aumento nos valores dos elementos associados a geometria hidráulica rumo a foz, quando considerado o trabalho natural dos rios. Todavia, conforme apontam, Santos, Segantim e Oliveira (2016), áreas antropizadas podem não apresentar esta relação, havendo mudanças na hidrodinâmica fluvial.

No tocante a ciência limnológica, Esteves (1998) a define como o estudo ecossistêmico das águas continentais, entretanto, mesmo com viés ecológico, os estudos de limnologia são resultados da interação com diversas outras ciências, dentre elas, a geomorfologia fluvial.

Portanto, a limnologia está associada a análises de parâmetros físicos (turbidez, sólidos suspensos, etc.), químicos (pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, entre outros) e biológicos (coliformes termotolerantes, clorofila “a” e *Escherichia coli*) das águas, podendo ser de caráter natural ou antrópico (Tundisi e Tundisi, 2016; Abreu e Cunha, 2017).

Dessa forma, os processos de dinâmica fluvial vinculados as características física e química da água podem ser analisados a partir da correlação entre os elementos que constituem a geometria hidráulica e as variáveis limnológicas.

Isto ocorre devido a íntima relação que estas áreas das ciências ambientais apresentam com a carga de material transportado pelo rio, como aponta trabalhos desenvolvidos por (Moraes et al., 2016; Hoffman e Oliveira, 2018; Oliveira, Souza e Sousa, 2018; Aleixo, Zancopé e Cherem, 2019).

A carga detrítica conduzida pelo rio, embora oriunda de processos naturais de erosão ocorrentes tanto no canal quando nas vertentes, também podem ter influência direta da ação humana sobre a bacia, o que acelera as feições erosivas e aumentam a entrada de sedimentos no sistema fluvial.

Este fator está associado a formas irregulares de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica (Durães et al, 2017). Outrossim, os impactos negativos mencionados são indicados como importantes no desarranjo da dinâmica fluvial e alterações limnológicas, repercutindo na qualidade da água.

Diante do exposto, a presente pesquisa parte de indagações referentes as condições ambientais do objeto de estudo, sua relação com as formas de uso da terra, e ainda, de como a análise sistêmica entre os elementos que constituem a bacia hidrográfica podem auxiliar no planejamento ambiental da área.

Como hipótese, estima-se que as práticas inadequadas do uso da terra, não considerando as características ambientais da bacia são responsáveis por impactos deletérios, repercutindo

em alterações hidrodinâmicas da água assim como em sua qualidade física- química. Sendo assim, a presente pesquisa visa analisar a dinâmica fluvial do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP, assim como sua interrelação com parâmetros limnológicos físicos e químicos.

Procedimentos metodológicos

Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego do Cedro possui aproximadamente 40,36 Km² e está localizada entre as coordenadas 22° 07' 58" S, 51° 22' 15" O e 22° 13' 33" S, 51° 28' 56" O, abarcando a região sul do município de Presidente Prudente- SP (Figura 1)

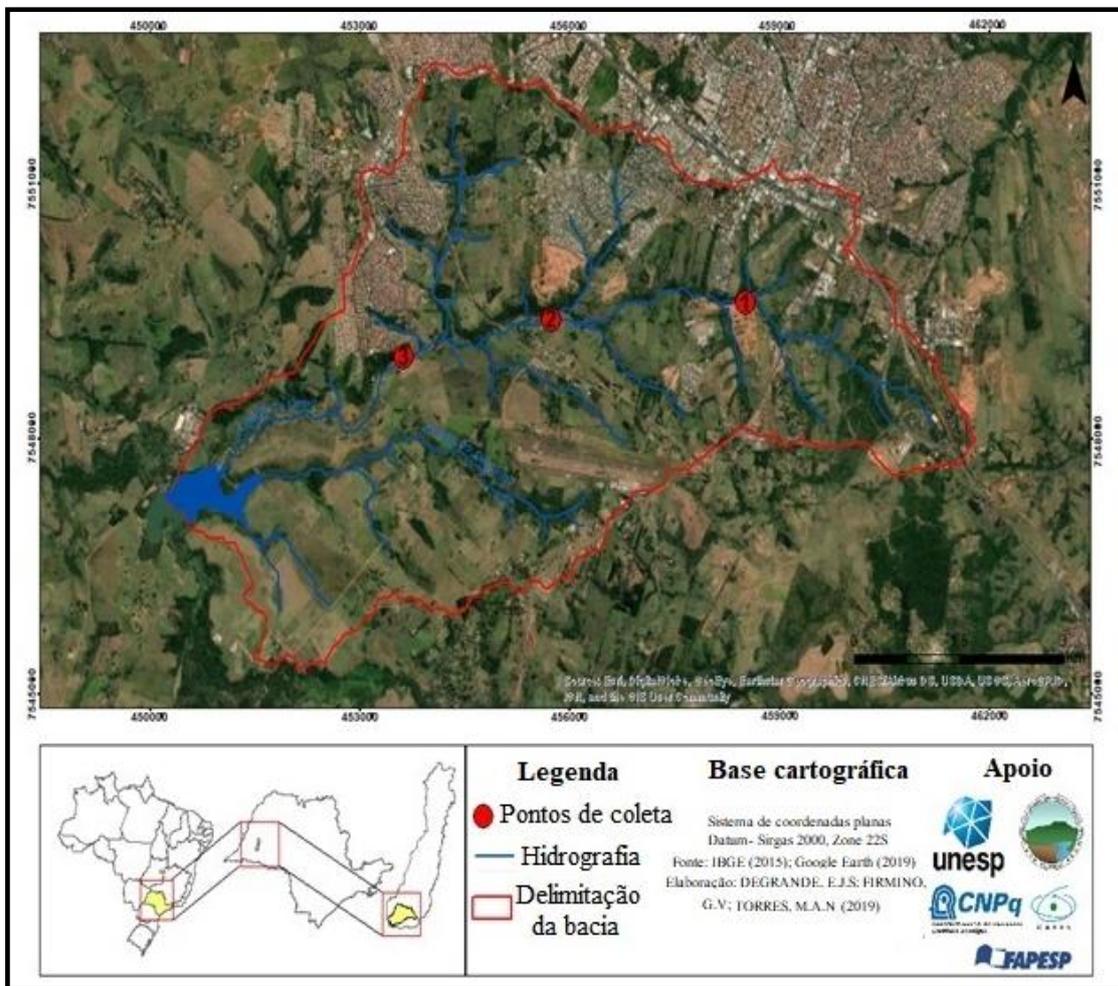


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A área objeto de estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22), que por

sua vez, apresenta importância nos âmbitos regional e nacional.

Hidrograficamente a bacia em questão apresenta padrão dendrítico com canais de até 4ª ordem, considerando a classificação de Strahler (1957). Seu canal fluvial principal- córrego do Cedro- percorre 12 km de extensão no sentido E-SW, desaguando na represa de abastecimento público da cidade de Presidente Prudente.

Naturalmente, o córrego do Cedrinho foi afluente do córrego do Cedro, contudo, a construção da referida represa, localizada a extrema jusante da bacia, repercutiu na elevação do nível de base desses dois cursos d'água, sendo ambos tributários da represa (Dibieso, 2007). Todavia cabe salientar que em períodos de intensa precipitação pluvial a configuração hidrográfica desta área pode apresentar mudanças, voltando o Cedrinho a confluir com o córrego do Cedro.

No contexto climático, Monteiro (1973) ressalta a atuação de sistemas predominantes no município de Presidente Prudente, a saber: sistemas polares e tropicais. Enquanto que os primeiros estão associados a um clima frio e seco, típico do inverno, os segundos agem durante o

verão, caracterizado por clima quente e úmido. No que concerne as taxas de pluviosidade e temperatura, Boin (2000) ressalta que a média de chuvas variam entre 1200 a 1500 mm, enquanto que a temperatura média anual fica acima de 22°.

Quanto aos aspectos geológicos-geomorfológicos, o município de Presidente Prudente encontra-se sobre a morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e na morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista (Ross e Moroz, 1996). Predomina nestas características geológicas- geomorfológicas, rochas sedimentares da Formação Adamantina (Grupo Bauru) e Sedimentos Aluvionares Quaternários (Moroz-Caccia- Gouveia, 2017). Segundo Nunes, Freire e Perez (2006), no município há o predomínio do relevo de colinas médias e baixas condicionando altitudes entre 300 a 600 m.

No tocante a área de estudo a morfometria do relevo revelam valores hipsométricos entre 348 a 493 m, correspondendo a áreas predominantes no baixo e alto curso, respectivamente (Figura 2).

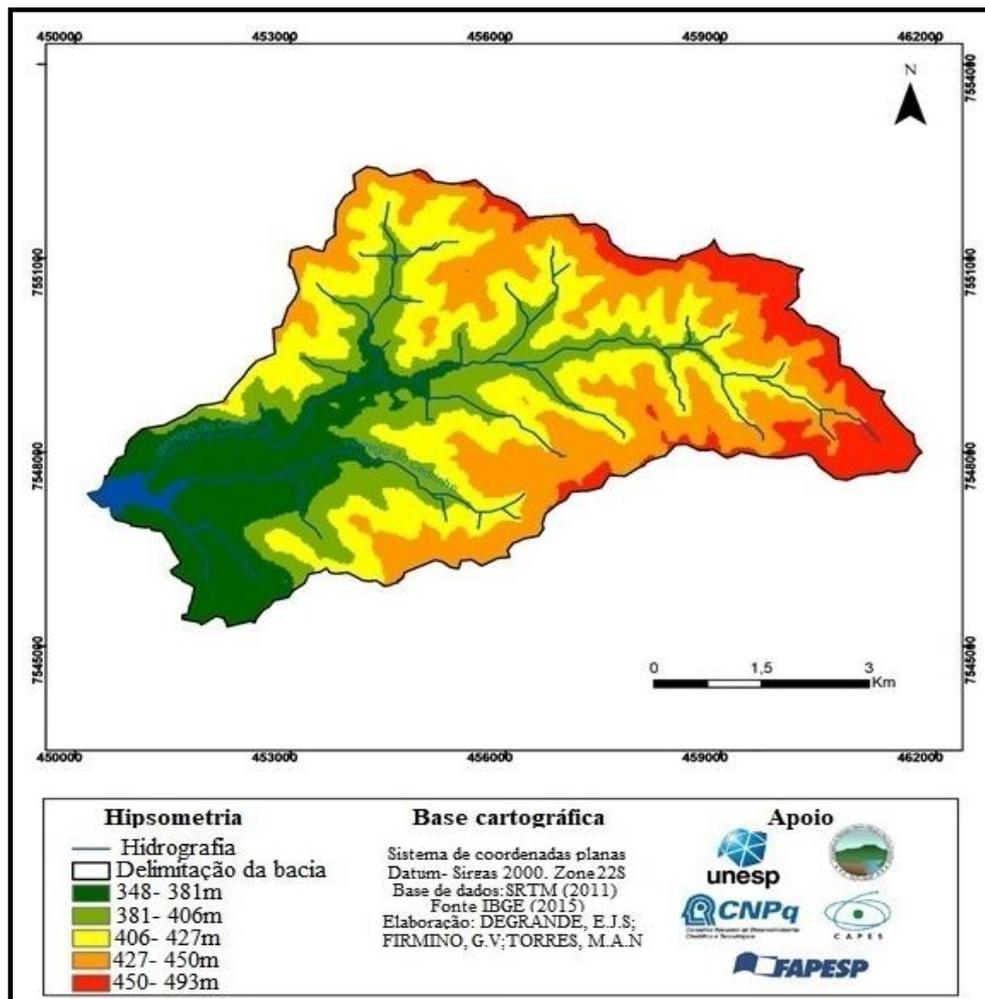


Figura 2- Hipsometria da bacia hidrográfica do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

As classes de declividade na bacia variam entre até 6% a acima de 30%, como pode ser observado na Figura 3. Ao analisar os índices de declividade da bacia do córrego do Cedro, Dibieso (2007) aponta os setores oeste e sul com concentração de baixos índices de declividade (até 12%), enquanto que as áreas onde predominam elevado gradiente situam-se na região leste da bacia (20 a acima de 30%).

No entanto, cabe ressaltar rupturas geológicas distribuídas longitudinalmente ao longo da vertente direita do córrego do Cedro, entre as regiões do médio- baixo curso, conforme evidenciado pelo autor supracitado. Tal característica estrutural do relevo é responsável, nestas áreas, por declives acima de 30%.

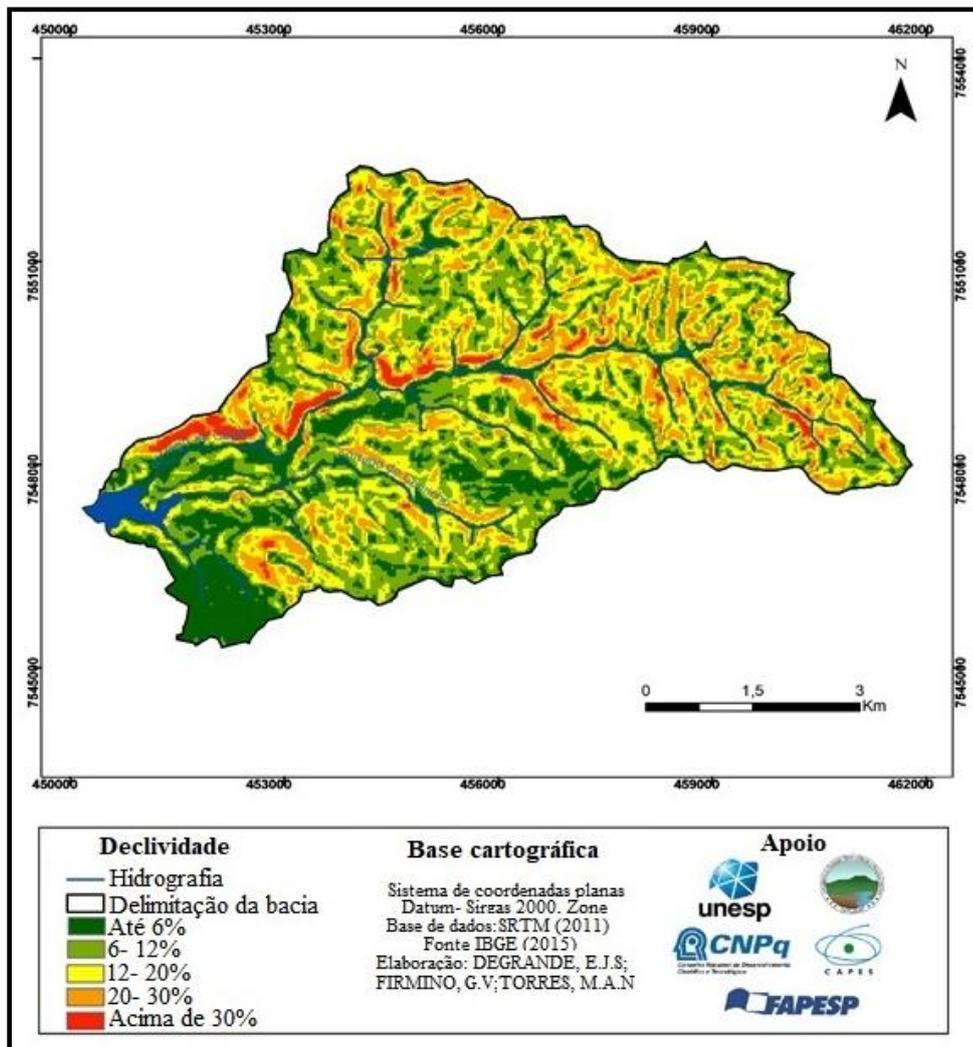


Figura 3- Declividade da bacia hidrográfica do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

De acordo com o levantamento pedológico para o município de Presidente Prudente feito por Fushimi (2012), na área da bacia do córrego do Cedro foram identificadas: associação de Argissolos Vermelhos (solos rasos a desenvolvidos), associação de Neossolos (solos rasos), associação de Latossolos Vermelhos (solos desenvolvidos) e associação de Planossolos e Gleissolos (solos hidromórficos) (Figura 4).

Dessa forma, nota-se a predominância de associação de Argissolos Vermelhos distribuídos por todos os compartimentos da bacia, estes, por sua vez, se caracterizam pela vulnerabilidade à erosão. Isso ocorre em função de seu horizonte textural estarem abaixo dos horizontes A ou E (Embrapa, 2013).

No que atine a associação de Neossolos, situam- se em uma pequena faixa entre o médio e baixo curso- área com alta declividade. Esse tipo

de solo caracteriza-se por sua reduzida profundidade, além de não ser recomendável para o uso agrícola e com restrição à trafegabilidade (Oliveira, 1999).

A classe pedológica associação de Latossolos Vermelhos se concentram em áreas de interflúvios da bacia, e apresentam elevado estágio de intemperização, boa drenagem e taxas de

porosidade entre 50 a 60%, enquanto que a associação de Planossolos e Gleissolos são solos de área de várzea, onde tem-se a presença do lençol freático e pouca profundidade Fushimi (2012). Estes últimos, por sua vez, se concentram nas regiões de fundo de vale da bacia do córrego do Cedro.

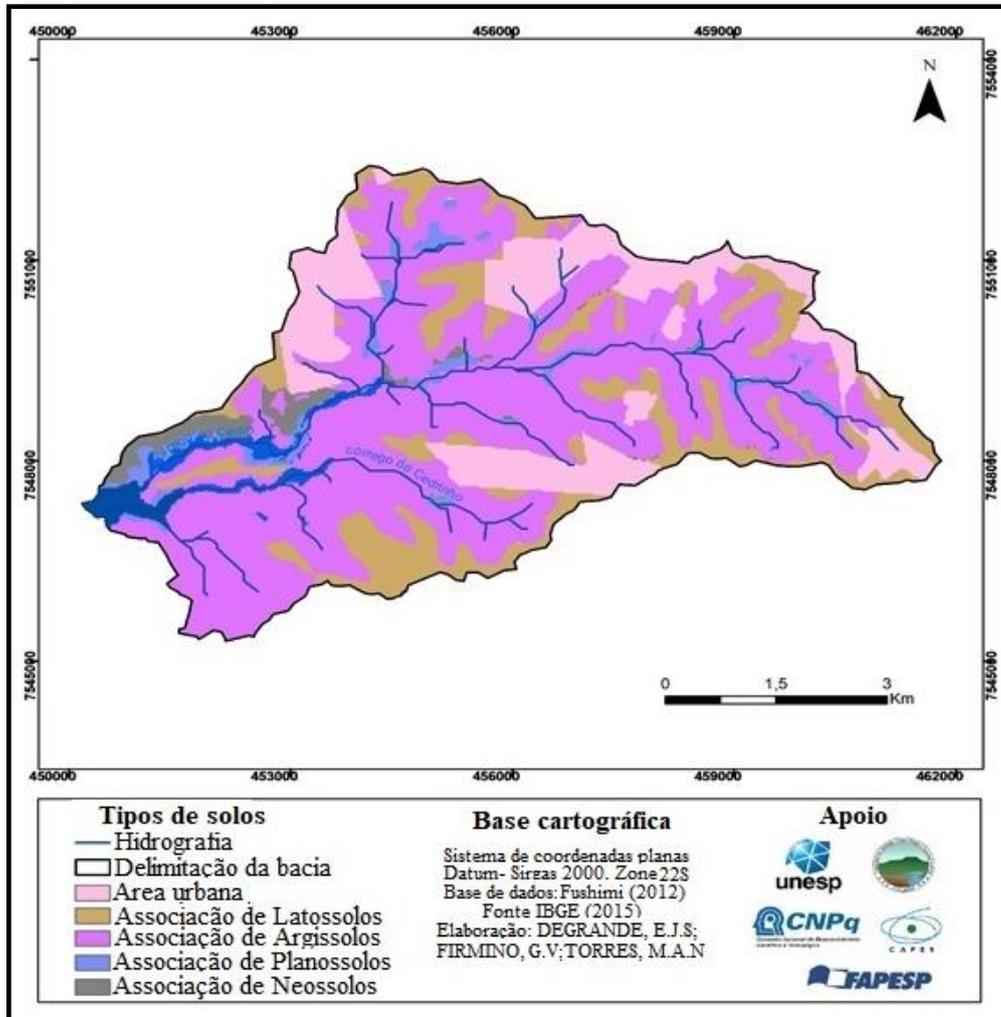


Figura 4- Tipos de solos na bacia hidrográfica do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Segundo Godoy (1999), a área original que abarca o município de Presidente Prudente mantinha a presença de uma densa Floresta Estacional Semidecidual, contudo, com o avanço da ocupação humana, impulsionado pela cultura cafeeira, houve a supressão da vegetação autóctone em quase sua totalidade. Sendo assim, outras formas de uso da terra foram se desencadeando como a expansão urbana, pastagem, cultivos de amendoim, algodão, e, mais recentemente, cana de açúcar.

No que tange ao objeto de estudo, tem-se notado concentração áreas construídas

principalmente entre as regiões norte e leste, representando cerca de 17% da área, sendo assim, a bacia pode ser considerada pouco urbanizada. Em contrapartida a classe de uso Cobertura herbácea e arbustiva corresponde a 62 %. Esta classe compreende culturas agrícolas e pastagem, que por sua vez, são as formas de uso preponderantes na bacia. As demais categorias de uso da terra como: Solo exposto, Cobertura arbórea e Água, representam 4%, 14% e 3% da área, respectivamente (Figura 5).

Cabe ressaltar que o solo exposto se apresenta como pequenas manchas,

principalmente, entre as zonas urbanas e periurbanas, sendo um indicador da mobilização de solo tecnogênico oriundos, por exemplo, da construção civil, visto que tem se observado em campo diversas áreas loteadas para a construção de bairros e condomínios.

As áreas arbóreas estão concentradas no vale fluvial, como fragmentos de Áreas de Preservação Permanentes -APPs. Esta realidade

revela a pressão que a expansão urbana somada a práticas agrícolas e pastoris atuam em detrimento dos fragmentos florestais, deixando os recursos hídricos passíveis a processos degradacionais.

No tocante a água, esta classe é representada tanto pelo rio principal e seus tributários, quanto pela represa da Sabesp localizada na extrema jusante da bacia, se comportando como um ambiente semi- lântico.

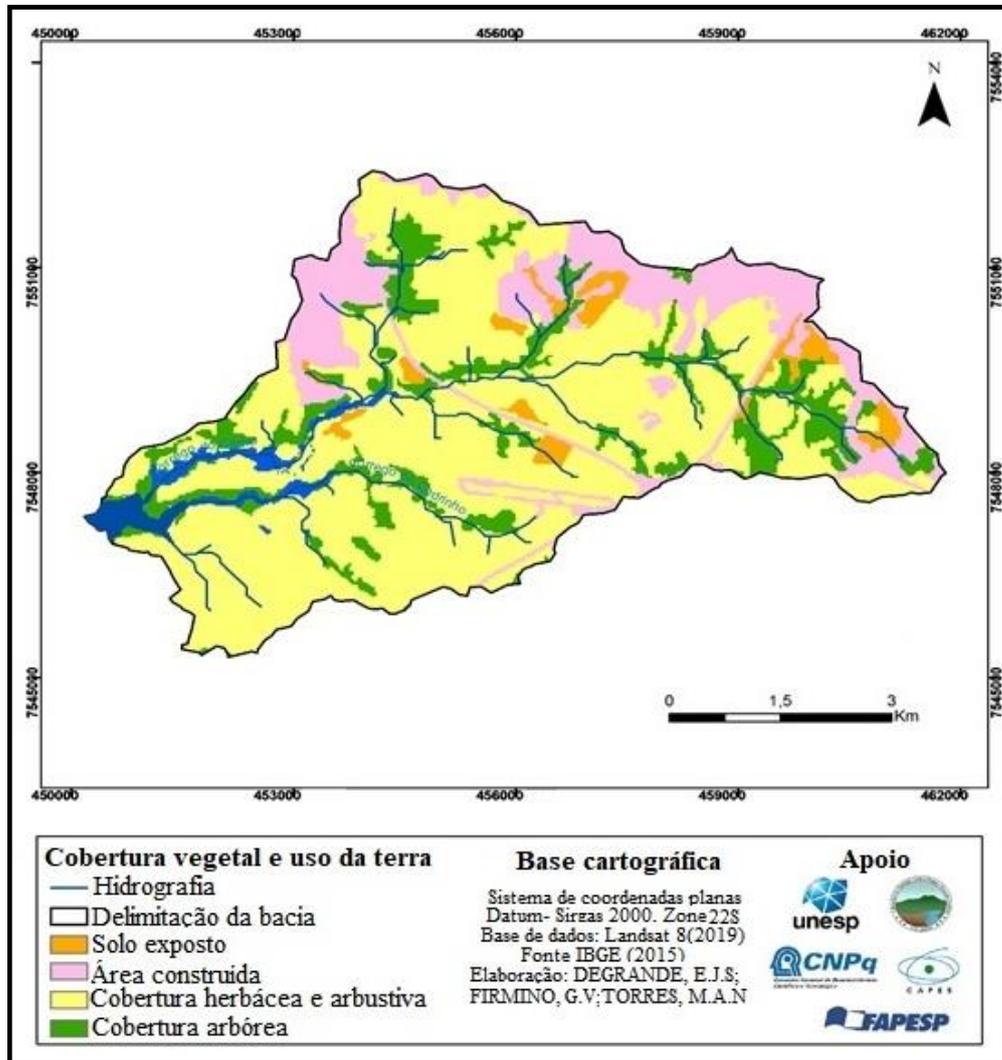


Figura 5- Cobertura vegetal e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP, em 2019. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

A realização da presente pesquisa se deu em três fases: 1) Gabinete: para a confecção de mapas temáticos, e demais representações cartográficas, leituras do referencial teórico e análise de dados; 2) Campo: onde ocorreram as coletas de amostras e avaliação empírica da área de estudo; e 3) Laboratorial: para o processamento de dados coletados em campo, sendo o detalhamento dessas etapas elucidados a seguir.

Para a caracterização do objeto de estudo foi necessária a elaboração de mapas de

localização, hipsometria, declividade, tipos de solos e cobertura vegetal e uso da terra do córrego do Cedro. Para a elaboração de todo o material cartográfico foi utilizado o *software* Arc Gis 10.1. Também foram confeccionados o perfil longitudinal da área de estudo com base em dados do *Google Earth* (2019), e, o perfil transversal das seções do canal para os quais se utilizou o *software* Excel (2003).

Como base cartográfica, para os dados morfométricos do relevo, foram utilizadas imagens

do *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*, concedido pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, na escala de 1: 150.000, com resolução espacial de 30 m.

No que atine aos tipos de solos, seu mapa foi elaborado com base no esboço pedológico para o município de Presidente Prudente realizado por Fushimi (2012), em escala de 1: 25.000. Já no que concerne ao mapa de cobertura vegetal e uso da terra na bacia em questão, utilizou-se imagem do satélite Landsat 8 (2019), na escala de 1:100.000 e resolução espacial de 30 m. Neste último item utilizou-se a classificação semi-supervisionada, sendo identificadas cinco categorias de uso, a saber: Área construída, Cobertura herbácea e arbustiva, Florestal, Solo Exposto e Água.

A segunda etapa se refere a atividade de campo a qual foi realizada no dia 21 de outubro de 2019, para a aquisição de dados relacionados a geometria hidráulica e limnologia do córrego do Cedro. As informações sobre a geometria hidráulica foram obtidas com base na proposta teórica-metodológica de Leopold e Maddock (1953), segundo os quais os resultados de geometria hidráulica podem ser interpretados a partir da interrelação entre as variáveis largura, profundidade, velocidade em função da variação do débito fluvial, e ainda, a variação na carga em suspensão ao longo do perfil longitudinal. Sendo assim os referidos autores sugerem as seguintes relações matemáticas para a geometria hidráulica.

$$w = aQ^b \quad (1)$$

$$d = cQ^f \quad (2)$$

$$v = kQ^m \quad (3)$$

onde Q é a descarga ou vazão; w é a largura; d é a profundidade; v a velocidade; sendo assim essas equações foram relacionadas da seguinte forma: $Q = ackQ^{b+f+m}$, então $b+f+m = 1$, do mesmo modo a.c.k = 1.

Ainda em campo, foram inferidos resultados concernentes ao Potencial Hidrogeniônico, tendo como instrumento de análise o Phmetro HANNA HI 8424, além da coleta de água (com o auxílio de um frasco) para a avaliação, em laboratório, da turbidez.

A terceira etapa da pesquisa diz respeito a análise laboratorial as quais foram divididas em três partes: a análise da turbidez, dos sedimentos em suspensão e do material de fundo.

Os dados de turbidez foram inferidos no dia 21 de outubro de 2019, para os quais, se utilizou um turbidímetro de modelo Turbidinter HI 98703. Este equipamento é composto de um nefelômetro e os índices de turbidez são representados em Unidades Nefelométrica de Turbidez (NFT). Para a mensuração da turbidez dos pontos estudados,

foram separados 50 ml de água referentes a cada amostra coletada.

A análise dos sedimentos em suspensão foram realizadas entre os dias 21 e 22 de outubro de 2019). Para cada uma das amostras coletadas foram separadas 500 ml de água em duas provetas distintas, para então passarem pelo processo de filtragem por meio de filtro de película de vidro. Neste tipo de análise, a pesagem não pode ser feita sobre nenhuma influência de água no sedimento filtrado, e em razão disso as amostras dos sedimentos filtrados foram colocadas em uma estufa por um período de 24 horas a temperatura de 100° C, após esse período, o sedimento em suspensão foi retirado e pesado em uma balança de precisão.

A terceira parte da análise laboratorial foi feita no dia 28 de outubro de 2019. Nesta etapa foi realizada a análise granulométrica do sedimento de fundo, conforme proposto por Suguio (1973), que consiste no estudo das diferentes frações dos sedimentos por meio de separação e pesagem. Primeiramente, os sedimentos coletados foram secados por um período de sete dias sem a necessidade de uso da estufa, e então deu-se início ao processo de destorroamento dos grãos, com o auxílio de um almofariz e um pistilo.

Na sequência, separou-se 100 gramas de sedimentos referentes a cada amostra, com o auxílio de uma balança de precisão, e então iniciado o processo de peneiramento. Neste estágio, foi necessário o uso do agitador eletromagnético, no qual foi utilizada um conjunto de sete peneiras. O diâmetro da malha das peneiras foram selecionados de acordo com a proposta de Suguio (1973), conforme mostrado na Tabela 1.

Os sedimentos foram peneirados por um período de 5 minutos numa velocidade moderada, logo depois as frações contidas em cada peneira foram retiradas e pesadas em uma balança de precisão onde se obteve a pesagem de cada faixa granulométrica.

No que atine a tabulação dos dados, consistiu na geração de gráficos dos resultados, assim como para a análise estatísticas das informações obtidas.

Para a interpretação dos resultados estatísticos, utilizou como metodologia o coeficiente de regressão linear de Pearson, sendo sua variação entre -1 e 1, considerando que quanto mais próximo destes valores, maiores serão as correlações entre as variáveis (Triola, 1999). No presente estudo a referida análise estatística foi aplicada entre os índices de geometria hidráulica e entre as variáveis limnológicas sedimento em suspensão e turbidez.

Tabela 1 – Escala Granulométrica de sedimentos

Diâmetro (mm)	Classificação Sedimentológica
2.000	Grânulos
1.000	Areia Muito Grossa
0.500	Areia Grossa
0.250	Areia Média
0.125	Areia Fina
0.062	Areia muito fina
<0.062	Partículas finas (silte + argila)

Fonte: Suguio (1973)

Resultados e discussão

Foram avaliadas três seções ao longo do canal fluvial, localizadas nos cursos alto, médio e baixo do córrego do Cedro (Figura 6). Dessa forma

analisou-se as variáveis associadas a geometria hidráulica e limnologia, conforme descrito nos procedimentos metodológicos, e apresentados nos itens a seguir.

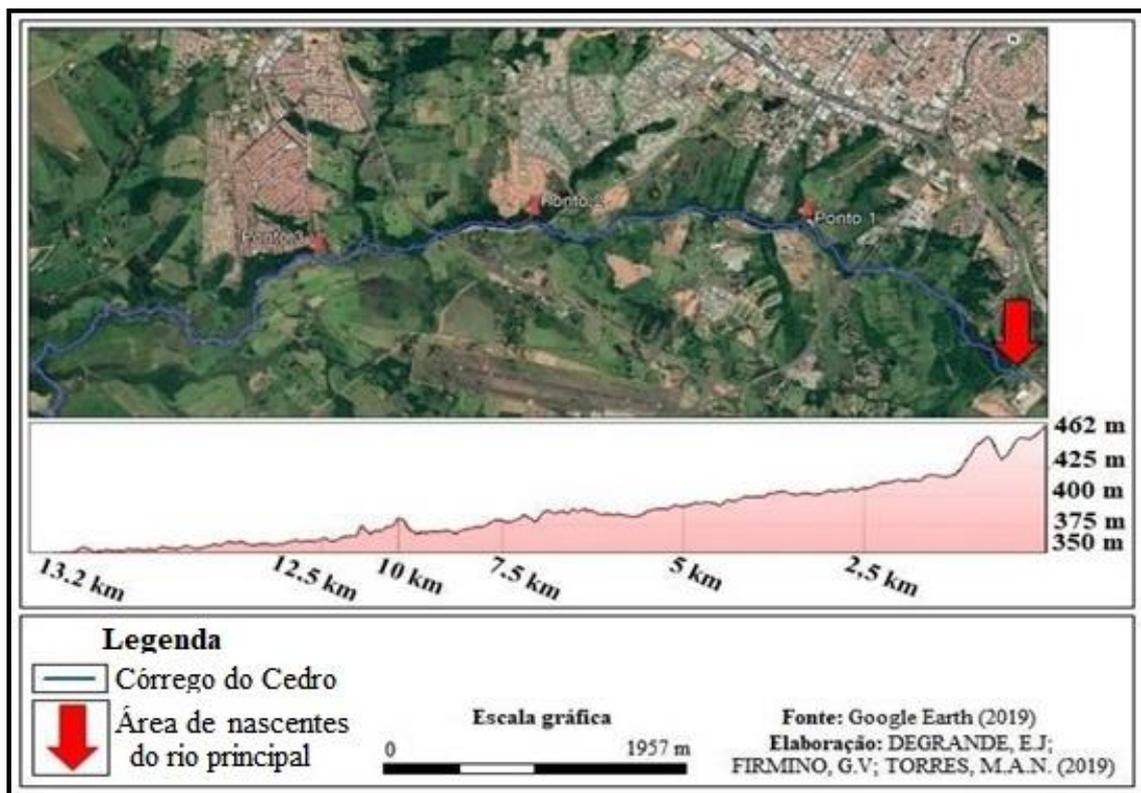


Figura 6- Perfil longitudinal do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Geometria hidráulica

No tocante ao córrego do Cedro, considerou-se para a análise de sua geometria hidráulica as variáveis largura, profundidade, velocidade e vazão. Portanto para a aferição dos

dados foram estabelecidos perfis transversais de cada seção.

Ao avaliar a seção transversal referente ao trecho 1, obteve-se profundidade máxima de 0,11 m, largura de 0,5 m, velocidade de 0,22 m/s e vazão

de $0,006\text{m}^3/\text{s}$ (Figura 7). Este ponto se localiza no alto curso do córrego do Cedro, tendo em seu entorno, índices de hipsometria entre 406 (no canal fluvial) a 493 m (no interflúvio) e declividades que podem variar entre 12 a 30%.

Os elevados valores de altitude e gradiente, característico de sua posição no perfil longitudinal, corroboram para sua tendência erosiva em comparação com os demais trechos à jusante.

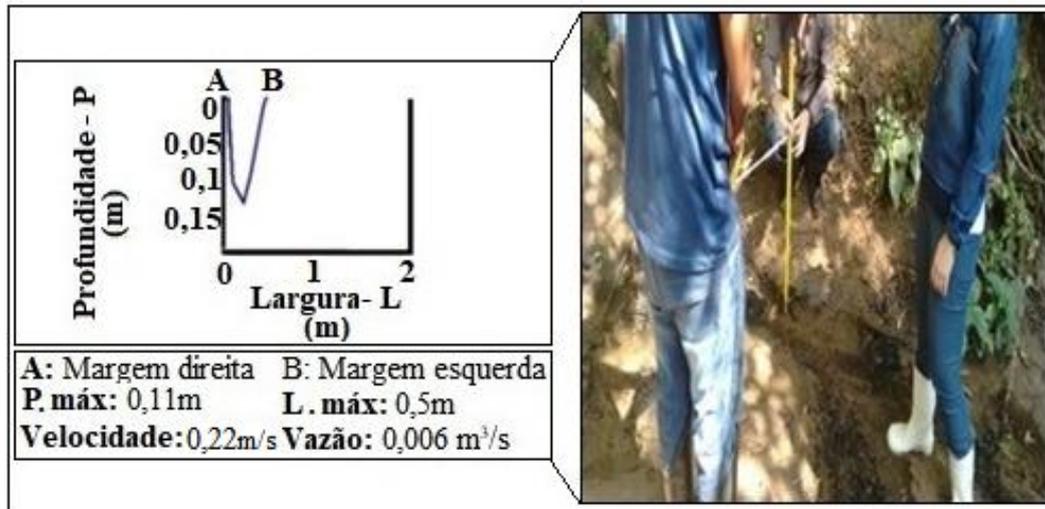


Figura 7 – Área e perfil transversal do córrego do Cedro referente a Seção 1. Foto/organização: Elaborado pelos autores, 2019

Com relação ao Ponto 2, os dados referentes as variáveis de geometria hidráulica foram: profundidade máxima- $0,093\text{ m}$, largura- $2,2\text{ m}$, $v = 0,11\text{ m/s}$ e $Q = 0,0118\text{ m}^3/\text{s}$, como pode ser observado na Figura 8. As informações morfométricas do relevo no entorno da segunda seção apresentam predomínio hipsométrico entre 381 a 427 m, e gradiente concentrando-se entre os índices de 12 a 30%. Assim, nota-se que apesar da altitude sofrer certo declínio em relação a seção

anterior, a declividade predominante permanece com os mesmos valores.

Se por um lado os resultados relativos a vazão e largura do trecho amostrado refletem as características naturais do rio, com o aumento em seus índices, o mesmo não ocorre com as variáveis profundidade e velocidade, as quais tem diminuído em relação a seção anterior, o que demonstra um desajuste no estado de equilíbrio do perfil longitudinal.

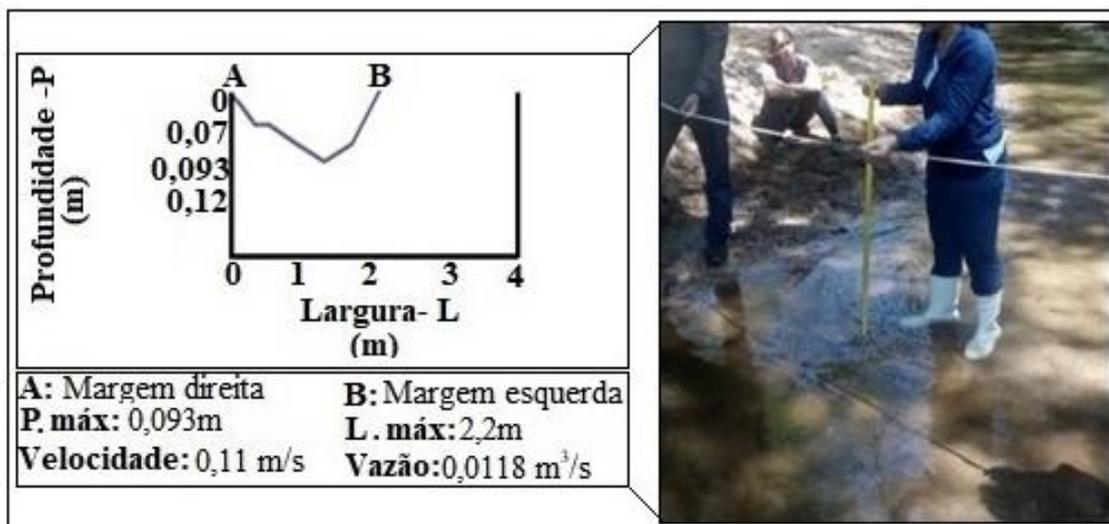


Figura 8 – Área e perfil transversal do córrego do Cedro referente a Seção 2. Foto/ organização: Elaborado pelos autores, 2019

No que concerne a área correspondente ao Ponto 3 obteve-se $4,5\text{ m}$ de largura e $0,3\text{ m}$ de profundidade, já a velocidade e o débito

apresentaram $0,07\text{ m/s}$ e $0,0356\text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 9). Nesse trecho, as altitudes do relevo variam entre 348 a 427 m e os

declives ficam entre até 6 a acima de 30%. Dessa forma, nota-se que embora houve certa diminuição nos valores morfométricos do relevo, ressalta-se maior variação entre as classes, no tocante a declividade. O sistema fluvial nesta área está sob a influência do aumento da declividade em sua margem direita, onde é identificado rupturas geológicas, conforme apontado por Dibieso (2007). O aumento no gradiente das vertentes podem indicar a pré-disposição da intensificação de processos erosivos de encostas, assim como certa reorganização no trabalho do rio.

Neste caso, o rio tende a sofrer ajustes quanto aos seus parâmetros hidrodinâmicos, como o aumento na capacidade e competência ao transporte, dado especialmente pelo aumento da velocidade. Porém, mesmo que tenha ocorrido a elevação no índice de profundidade em relação aos trechos à montante, percebe-se o contínuo declínio da velocidade, dando indícios de que o trabalho natural do rio vem sofrendo com as pressões antrópicas sobre a bacia.

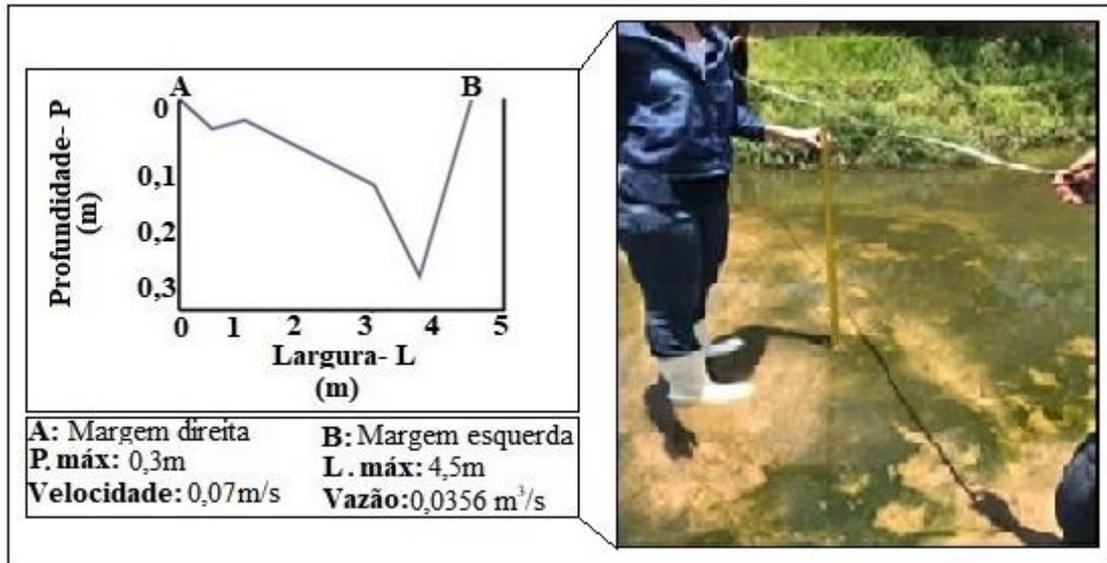


Figura 9 – Área e perfil transversal do córrego do Cedro referente a Seção 3. Foto/ organização: Elaborado pelos autores, 2019

Destarte, para validar a relação entre os parâmetros de geometria hidráulica das seções amostradas, foi aplicado o índice de regressão linear para a obtenção dos expoentes b , f e m , os quais resultaram em $b=1,2177$, $f=0,3659$ e $m=-0,584$ (Gráfico 1).

Ao avaliar a inerência entre a descarga e a vazão, percebe-se uma correlação positiva uma vez que ambos os valores obtiveram resultados progressivos, como denota a literatura, para a dinâmica de rios aluviais.

A principal explicação para este resultado está na constituição do material friável predominante no canal, que por sua vez, é resultado da própria estrutura geológica marcada pelo substrato rochoso arenítico da Formação Adamantina. Neste sentido, canais compostos por materiais friáveis, são susceptíveis a ação morfogenética fluvial, e conseqüentemente, tendem ao aumento substancial da largura, contra o paulatino crescimento da profundidade e velocidade (Leopold e Maddock, 1953).

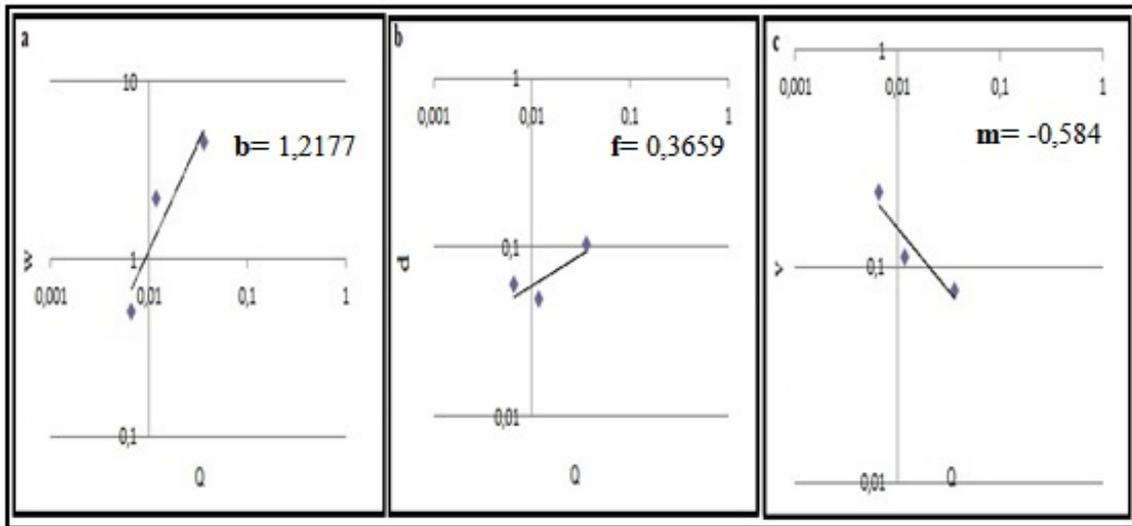


Gráfico 1 - Geometria Hidráulica entre as Seções 1, 2 e 3 do córrego do Cedro: relação entre Q e as variáveis largura (a), profundidade (b) e velocidade (c).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Não obstante, ao considerarmos os dados de d e v percebe-se a baixa relação com o débito fluvial, ou até mesmo a relação negativa no que atine a velocidade, não seguindo efetivamente os padrões naturais da dinâmica fluvial. Neste viés temático, pesquisas realizadas por, Santos, Segantim e Oliveira (2016) e Silva, Andrade e Andrade (2018) auxiliam na compreensão de alterações hidrodinâmicas em rios, sendo o fator antrópico o principal agente responsável por desajustes na dinâmica natural.

Posto isto, as irregularidades observadas na área de estudo demonstram que as ações humanas de modo insustentável se destacam como principal propiciadora de impactos ao sistema fluvial. Tal fenômeno possui íntima relação com a crescente expansão urbana nas adjacências do córrego do cedro associado a práticas agropastoril na área, sendo este último, a principal forma de uso.

O avanço destas classes de uso em detrimento das Áreas de Preservação Permanente - APPs- tem sido visível em campo, estas por sua vez se mostram como fragmentos irrisórios, quase totalmente suprimidas entre o médio e baixo curso da margem esquerda do rio principal, o que torna ainda mais preocupante a situação.

Outrossim, de modo a reafirmar holisticamente as alterações na dinâmica fluvial, é utilizado neste trabalho a interação entre a geometria hidráulica e alguns parâmetros limnológicos para melhor compreensão da relação adversa entre o sistema fluvial e o uso da terra.

Análise limnológica

A análise limnológica considerou os parâmetros carga em suspensão, carga do leito, pH e turbidez.

No que se refere ao sedimento em suspensão, pode-se caracterizá-lo como material cujo peso e dimensão são ínfimos, sendo representados por valores granulométricos inferior a areia fina e sua velocidade de transporte muito próximo ao fluxo d'água (Stevaux e Latrubesse, 2017).

Esta variável limnológica tem mostrado crescimento gradativo entre as seções amostradas, correspondendo aos valores de $2,3 \text{ mg/l}^{-1}$; $4,5 \text{ mg/l}^{-1}$ e $5,9 \text{ mg/l}^{-1}$, no sentido montante-jusante.

Considerando o trabalho natural do rio no processo de transporte de sedimentos suspensos, destaca-se que a distribuição da carga em suspensão ao longo do perfil longitudinal se encontra em consonância com o resultado esperado, ou seja, o aumento do material em suspensão em sentido jusante.

Assim, mesmo que os elementos profundidade e velocidade se mostrem inconstantes ao longo do curso, verifica-se que a ascensão da vazão é o fator de maior influência para o aumento no transporte da carga suspensa, permitindo que esta siga o próprio fluxo da água, sendo esta tendência, característica de rios de médio e pequeno porte como expõe Moraes et al. (2016).

Por outro lado, a erosão acelerada, sobretudo a laminar, também pode ser um forte indicador do aumento de sedimentos finos transportados pelo rio, que está atrelado, essencialmente, a fragmentos de solos expostos na bacia, sendo este material detrítico facilmente remobilizados das vertentes para o canal fluvial. Este processo é decorrente da entrada de matéria e energia proveniente da água da chuva, permitindo

a interrelação entre a encosta e o vale fluvial (Hoffmann e Oliveira, 2018).

Tal fato é facilitado pela elevada taxa de supressão da vegetação florestal na área de estudo, como as APPs. Estas por sua vez são substanciais para a manutenção da qualidade ambiental, conforme evidenciado em trabalhos de (Gasparini et al., 2013; Oliveira e Reis, 2017; Justino et al., 2019). Deste modo, as APPs atuam no controle da entrada de sedimentos, oriundos do manejo inadequado do solo, ao sistema fluvial.

Somado a esta questão, a área de estudo compreende, majoritariamente, classes de solos facilmente erodíveis, e conseqüentemente, suscetível a remobilização quando desprotegidos.

Entretanto, mesmo com as evidências do acréscimo de sedimentos sob a influência do uso da terra- seguindo os valores estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005- o limite de carga sólida em suspensão para corpos hídricos com classes de qualidade entre 1, 2 e 3, é de 500 mg/l⁻¹, estando os pontos analisados com índices dentro dos valores considerados aceitáveis pela legislação ambiental.

Quanto a carga sedimentar de fundo, são partículas que possuem maior granulometria com relação ao material suspenso, deslocando- se principalmente por deslizamento, saltação ou rolamento (Christofoletti, 1981).

Ao analisar esta classe de sedimentos identificou-se sete grupos granulométricos como: grânulos, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte + argila.

Houve a predominância de grânulos, correspondendo a porcentagens de 43%, 40% e 51%, de acordo com as amostras referentes as seções 1, 2 e 3, respectivamente. Por outro lado, notou-se a quantidade irrisória de material mais fino como silte e argila, não ultrapassando 1% entre as amostras analisadas (Gráficos 2).

Assim, os resultados mostraram certo decréscimo dos grânulos entre as amostras concernentes aos pontos 1 e 2, entretanto, um aumento desta classe de sedimentos entre as das seções 2 e 3. Já as proporções de silte e argila, diminuem em direção à jusante, sendo um comportamento esperado já que os materiais mais finos nas áreas mais baixas tendem a ser predominantemente por suspensão.

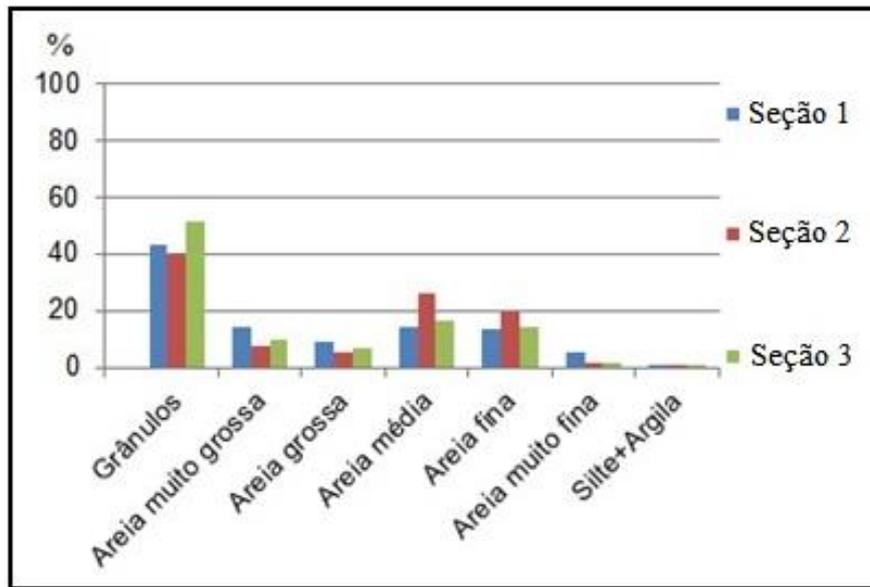


Gráfico 2 – Frequência da granulometria entre as Seções 1, 2 e 3 do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP (em %).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Tal ascensão na taxa de sedimentos de maior calibre pode levar a sugerir que o fluxo passou a ter maior competência e capacidade em seu transporte, todavia, esta informação se torna contraditória quando verifica-se a gradual diminuição da velocidade, e, conseqüentemente, a dificuldade do curso em locomover materiais grosseiros.

Conforme destacado por Rocha (2016), em estudo sobre a geometria hidráulica e o transporte de sedimentos no rio Paraná, o acréscimo de sedimentos aos cursos d'água são condicionados, principalmente, por processos erosivos nas bacias de drenagem.

Este fator, por sua vez, corrobora para a hipótese levantada sobre a influência direta da

entrada de material alóctone de origem tecnogênica no curso d'água, permitindo as incongruências observadas na dinâmica fluvial. Logo, as práticas de uso da terra na bacia, como já apontado no caso dos sólidos suspensos, são elementos chave para o desajuste hidrossedimentológico no córrego do Cedro.

Neste contexto, além da irrisória concentração de vegetação ciliar, o avanço das atividades agropastoris e urbana, são considerados eficazes condicionantes do aporte de sedimentos, sobretudo de maior granulometria. Seja por meio de processos erosivos acelerados mais intensos, atuando no transporte de sedimentos no sentido vertente- canal fluvial (Nosrat, 2017; Tavares et al, 2019), ou ainda conduzidos aos rios por meio das galerias pluviais.

Esta relação adversa entre uso da terra e entrada de material detrítico ao sistema fluvial permite que a qualidade da água esteja passível a alterações que podem ser avaliadas com o auxílio de outras variáveis limnológicas.

Por conseguinte, ao analisar o pH, observou-se o aumento gradual de seus valores, deste modo, as aferições em campo resultaram em: seção 1: 6,9, seção 2: 7,3 e seção 3: 7,9 (Gráfico 3). De acordo com seu índice, o pH pode possuir influência direta nos ecossistemas aquáticos, podendo afetar a fisiologia de diversas espécies (Eteves, 1998).

Segundo Almeida e Souza (2019), os valores desta variável compreendem de 0 a 14, sendo taxas abaixo de 7, indicativo de água ácida; pH igual a 7 demonstram neutralidade, e, índices acima de 7 referem-se a uma água com características alcalina.

As categorias de pH aceitáveis pela resolução CONAMA nº 357/2005, compreendem taxas entre 6 a 9. Neste sentido, os valores aferidos para a área de estudo se encontram dentro dos índices estabelecidos pela referida resolução, entretanto, cabe salientar que o crescimento paulatino das taxas de pH entre o alto, médio e baixo compartimento do rio, revela certa tendência a alcalinidade.

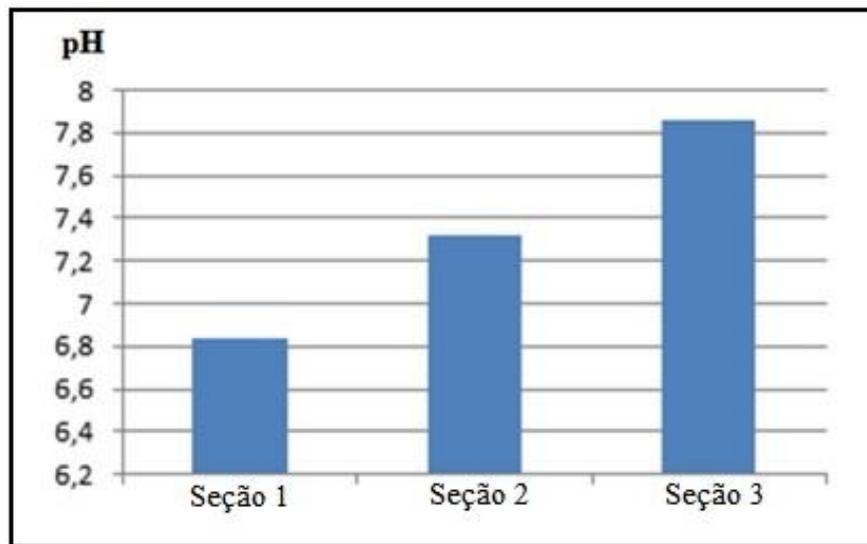


Gráfico 3 – Potencial Hidrogeniônico (pH) entre as Seções 1, 2 e 3 do córrego do Cedro, Presidente Prudente- SP. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Considerando que os maiores problemas referentes a qualidade da água estão atrelados ao despejo de efluentes domésticos e industriais (Santos et al, 2018), condicionando maiores valores do pH, estima-se que a gradual propensão a alcalinidade no córrego do Cedro esteja intrínseca ao uso de corretores agrícolas, visto que as atividades agrárias abarcam grande parte da bacia, assim como a pecuária.

O uso indiscriminado de poluentes agrícolas, uma vez em contato com o solo, está

suscetível ao trabalho do escoamento superficial que se encarregará de levar o material contaminado ao curso d'água, conseqüentemente, impactando a qualidade deste curso (Matthews, 2015; Quadra, et al, 2019).

As avaliações a respeito do parâmetro turbidez mostram um crescimento significativo entre suas respectivas seções, apresentando os valores de 7,73 NTU; 14,2 NTU e 15,7 NTU.

De acordo com Cardoso e Novaes (2013) o córrego do Cedro é avaliado como de Classe II,

segundo os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA nº 357/2005. Para tal classe de qualidade das águas a referida resolução considera taxas de turbidez de até 100 NTU, sendo destinada para consumo humano, após tratamento convencional, recreação de contato primário, irrigação, pesca e proteção das comunidades aquáticas.

Desse modo pode-se considerar que a turbidez nas seções avaliadas se encontram abaixo do limite considerado pelos órgãos reguladores.

Em pesquisa realizada por Pires et al (2018), sobre a dinâmica fluvial no córrego do Cedro, obtiveram-se dados sobre sua turbidez referente ao ano de 2013. Os autores coletaram amostras em duas seções localizadas nas extremas montante e jusante do Cedro, as quais apresentaram turbidez de 3,56 NTU e 4,4 NTU, respectivamente.

Ao analisar a localização dos pontos do trabalho supracitado, verifica-se proximidade com

as seções 1 e 3 do presente estudo. Sendo assim, ao relacionar as informações entre as pesquisas (pretérita e atual), nota-se que em um período de seis anos houve o aumento na taxa de turbidez acima de 100 %. Portanto, cabe salientar que mesmo dentro dos parâmetros legais, percebe-se o aumento nos índices de turbidez.

O material em suspensão é o principal influenciador da turbidez da água, representado por material diverso, que, além de silte e argila, abrange uma variedade de matéria orgânica e inorgânica (Clesceri et al., 1998; Malutta et al., 2018; Branco, 1983).

Considerando que a taxa de sólidos em suspensão sofreu aumento gradativo ao longo das seções e que o mesmo fenômeno tem ocorrido com os índices de turbidez, buscou-se compreender a relação entre esses dois parâmetros dado pelo índice de correlação (Gráfico 4).

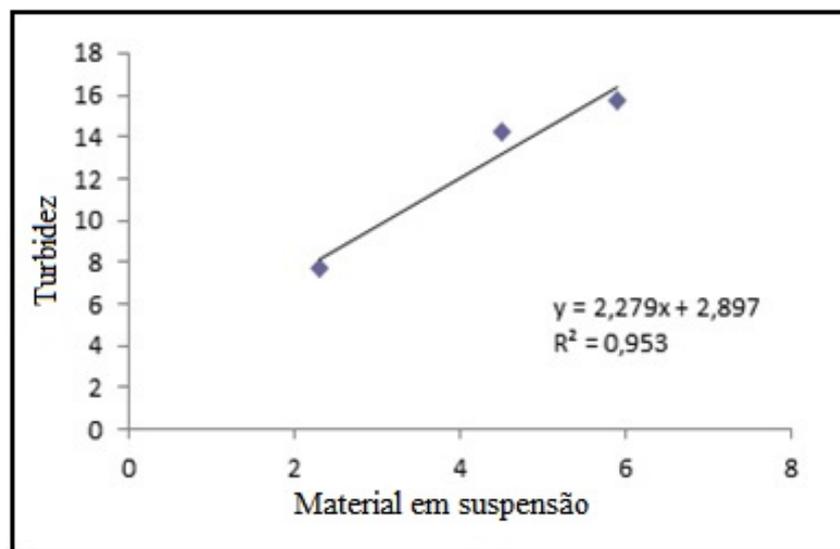


Gráfico 4 – Correlação entre Turbidez e Material em Suspensão Total (MST) nas Seções 1, 2 e 3 do córrego do Cedro, através de regressão linear.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Ao analisar a relação entre turbidez e material em suspensão, notou-se forte inerência entre as variáveis, resultando em Coeficiente de Correlação (R^2) de 0,953 (Gráfico 4). O Aumento da Turbidez e da Carga em Suspensão em direção a jusante é um comportamento esperado e obedece a lógica natural de distribuição do sedimento em suspensão ao longo do perfil longitudinal do rio.

Por meio da elevada taxa de correlação entre MST e turbidez, expõe-se que as estimativas de aumento de material suspenso associado a erosão laminar condicionada, em suma, pelo solo exposto, pode ser ratificada uma vez que os estudos

mostram um aumento relevante da turbidez ao longo dos últimos anos.

Considerações finais

O presente estudo tem demonstrado como a análise sistêmica entre os elementos que constituem uma bacia hidrográfica podem fornecer informações relevantes sobre a qualidade ambiental de seus recursos hídricos. Como resultado, a análise integrada entre os componentes referentes a dinâmica fluvial e a liminologia do córrego do Cedro, permitiu inferir que as formas de uso da terra de modo inadequado podem ser

apontadas como o principal fator responsável pelas perceptíveis mudanças nas características naturais deste curso hídrico.

Sendo assim, os desajustes na dinâmica fluvial verificados na análise da geometria hidráulica demonstrou forte correlação entre os elementos de limnologia, seja na distribuição irregular dos sedimentos de leito, ou até mesmo nos parâmetros que apresentaram conformidade com os valores estabelecidos pela legislação ambiental, tais como: material em suspensão, pH e turbidez, visto que estes demonstraram tendência de aumento em seus índices

Portanto, a entrada de sedimentos de origem antrópica no sistema fluvial foi apontada como principal resultado das irregularidades ambientais identificadas pelo uso da terra de modo inadequado.

Assim, a área deve ser olhada com maior atenção pelos poderes públicos, com vista a promoção de uso e ocupação que respeitem os sistemas ambientais, assim como na mitigação de impactos ambientais adversos já instalados na bacia.

Por fim, as análises realizadas são de extrema importância para o entendimento dos processos naturais e humanos atuantes na bacia hidrográfica do córrego do Cedro, sendo um substancial subsídio para seu planejamento ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista- UNESP/ Presidente Prudente, pelo apoio institucional, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq (processo nº 140413/ 2019-7), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES (processo nº 88887.352341/2019-00), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP (processo nº 2019/12170-4), pelo apoio financeiro.

Referências

- Abreu, C. H. M.; Cunha, A. C. 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiente [online] 22. Disponível: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522016144803>. Acesso: 5 abr. 2020.
- Aleixo, Y. M., Zancopé, M. H.C., Cherem, L. F. S., 2019. O Papel do Perfil Longitudinal na atenuação do Potencial de Transporte de Sedimentos em Bacias Hidrográficas: o caso do Parque Estadual de Terra Ronca (GO), Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física [online] 12, 1730-1745. Disponível: [10.26848/rbgf.v12.5.p1730-1745](https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.5.p1730-1745). Acesso: 10 abr. 2020.
- Almeida, W. R. F., Souza, F. M., 2019. Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales-BA. Revista de Psicologia [online] 13, 353-378. Disponível: <https://doi.org/10.14295/online.v13i43.1534>. Acesso: 10 abr. 2020.
- Boin, M.N., 2000. Chuvas e Erosões no Oeste Paulista: Uma Análise Climatológica Aplicada. Tese (Doutorado). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.
- Branco, S. M., 1983. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 2 ed. Editora CETESB, São Paulo
- Bühler, B. F., Souza, C. A., 2018. Hidrodinâmica e composição sedimentar do córrego Jacobina, município de Cáceres, MT, Pantanal. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais [online] 9, 239-248. Disponível: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0017>. Acesso: 15 abr. 2020.
- Cardoso, R.S., Novaes, C.P., 2013. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades [online] 1. Disponível: <http://dx.doi.org/10.17271/23188472152013510>. Acesso: 17 abr. 2020.
- Chargas, F.B., Rutkosk, C.F., Bieniek, G.B., Vargas, G.D.L.P., Hartmann, P.A., Kartmann, M.T., 2017. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. Ambiente & Água [online] 12. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4136/ambiagua.2015>. Acesso: 2 abr. 2020.
- Christofoletti, A., 1981. Geomorfologia fluvial. Edgar Blucher. 1 ed, São Paulo/SP.
- Clesceri, L., Greenberg, A., Eaton, A., 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed., American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF), USA.
- CONAMA, 2005. Lei nº 357, de 17 de março.
- Coser, E., Grison, F., 2019. Geometria Hidráulica de um trecho de canal fluvial aplicando HEC-RAS. Revista Brasileira de Geomorfologia

- [online] 20. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbgv.20i4.1512>. Acesso: 07 abr. 2020.
- Costa, L. R. F., Santos, J.O., Oliveira, V. P. V., 2017. Abordagem geoambiental na análise da degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Banabuiú- CE. *Revista GeoAmazônia*, [online] 4, 27-45. Disponível: [10.17551/2358-1778/geoamazonia](https://doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia). Acesso: 15 abr. 2020.
- Dibieso, E. P., 2007. Planejamento Ambiental da Bacia hidrográfica do Córrego do Cedro – Presidente Prudente/ SP. Dissertação (Mestrado). Presidente Prudente- SP, Universidade Estadual Paulista.
- Dickel, M. E. G., Godoy, M. B. R. B., 2016. Desastres ambientais e impactos socioambientais: inundações no município de Itaóca-SP: Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão de riscos. *Cademo de Geografia* [online] 26, 737-759. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333247800008.pdf>. Acesso: 07 abr. 2020.
- Durães, M. C. O., Maia Filho, B. P., Barbosa, V. V., Figueiredo, F. P., 2017. Caracterização dos impactos ambientais da mineração na bacia hidrográfica do rio São Lambert, Montes Claros/MG. *Caderno de Ciências Agrárias*, [online] 9, 49-61. Disponível: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccau/mg/article/view/2957/1793>. Acesso: 28 mar 2020.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária., 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro.
- Esteves, F.A., 1998. Fundamentos de limnologia, 2 ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Francisco, A. B., 2017. Indicadores biológicos, hidrológicos e sedimentológicos no córrego do Cedro em Presidente Prudente-SP. *Revista Tocantinense de Geografia* [online] 6, 01-18. Disponível: <https://doi.org/10.20873/uft.2317-9430.2017v6n11p01>. Acesso: 05 abr. 2020.
- Fushimi, M. Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente – SP., 2012. Dissertação (Mestrado). Presidente Prudente-SP, Universidade Estadual Paulista.
- Gasparini, K.A.C., Lyra, G.B., Francelino, M.R., Delgado, R.C., Oliveira Júnior, J.F., Facco, A.G., 2013. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ. *Floresta e Ambiente* [online] 20. Disponível: <https://doi.org/10.4322/floram.2013.030>. Acesso: 7 abr. 2020.
- Godoy, M. C. T. F., 1999. Estudo hidrogeológico das zonas não saturada e saturada da formação Adamantina, em Presidente Prudente, Estado de São Paulo. Tese (Doutorado). São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Hoffmann, T. C. P., Oliveira, F. A., 2018. Influência do uso da terra em áreas rurais e urbanas na produção e transporte de sedimentos em suspensão e turbidez na bacia do rio Capivari, Lapa-PR. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [online] 19. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbgv.19i4.1340>. Acesso: 15 abr. 2020.
- Justino, R.C., Mataveli, G.A.V., Kawakubo, F.S., Guerrero, J.V.R., Chaves, M.E.D., 2019. Mapeamento do uso da terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) nas bacias hidrográficas dos rios São Tomé e Machado, sul de Minas Gerais. *Revista de Geografia* [online] 9. Disponível: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2019.v9.29257>. Acesso: 25 abr. 2020
- Leopold, L. B., Maddock, T., 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. 1 ed, US Government Printing Office.
- Malutta, S., Bonumá, N. B., Chaffe, P. L. B., Mota, A. D. A., Grison, F., & Kobiyama, M., 2018. Análise das histereses entre turbidez e vazão líquida com ênfase em eventos com deslizamento. In: *Anais do XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos e I Partículas das Américas*, Vitória/ES. Disponível: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/187251/001082198.pdf?sequence=1>. Acesso: 29 mar. 2020.
- Matthews, G.A., 2015. *Pesticides Health, Safety and the Environment*. John Wiley and Sons. 2 ed, UK.
- Meissner, A.G.N., Carr, M.K., Phillips, I.D., Lindenschmidt., 2016. Using a Geospatial Model to Relate Fluvial Geomorphology to Macroinvertebrate Habitat in a Prairie River—Part 1: Genus-Level Relationships with Geomorphic Typologies. *Water* [online] 8. Disponível: <https://doi.org/10.3390/w8020042>. Acesso: 27 mar. 2020.
- Monteiro, C.A.F., 1973. A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas. Tese

- (Doutorado) São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Moraes, G. M., Mortatti, J., Oliveira, H., & Campos, K. B. G., 2016. Transporte dos Sedimentos Finos em Suspensão e Origem da Matéria Orgânica nas Bacias dos Rios Capivari e Jundiá (SP). *Geochimica Brasiliensis* [online] 30, 1-11. Disponível: <http://dx.doi.org/10.21715/GB2358-2812.2016301001>. Acesso: 12 abr. 2020.
- Moroz- Caccia Gouveia, I.C., 2017. Evolução Geológica: uma longa história geológica. Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente [online] 1. Disponível: <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/meio-fisicobiotico/>. Acesso: 27 nov. 2019.
- Nosrat, Kazem., 2017. Ascribing soil erosion of hillslope components to river sediment yield. *Journal of Environmental Management* [online] 194. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.011>. Acesso: 17 abr 2020.
- Nunes, J.O.R., Freire, R., Perez, I.U., 2006. Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente-SP. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia; I.A.G. Regional Conference on Geomorfology, Goiânia.
- Oliveira, J. B. 1999. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. 1 ed. Instituto Agrônomo, Campinas, SP.
- Oliveira, J.D., Souza, C.A., Sousa, J.B., 2018. Qualidade da água no perímetro urbano do córrego das Pitas em Araputanga, MT. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* [online] 9. Disponível: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0016>. Acesso: 20 abr. 2020
- Oliveira, V.M.M., Reis, L.M.M., 2017. Conflitos em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Pitimbu- RN: proposta de um indicador institucional de sustentabilidade. *Guajú* [online] 3. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/guaju.v3i1>. Acesso: 13 abr. 2020.
- Pires, A. P. N; Zago, J. A. R; Santos, C. R., 2018. Dinâmica fluvial do córrego do Cedro, Presidente Prudente (SP), Oeste Paulista: diagnóstico dos parâmetros físico- químicos, biológicos. *Espaço em Revistas* [online] 20, 19- 28. Disponível: Acesso: 10 dez. 2019.
- Quadra, G.R., Teixeira, J.R.P.V.A., Barros, N., Roland, F., Amado, A.M., 2019. Water pollution: one of the main Limnology challenges in the Anthropocene. *Acta Limnologica Brasiliensis* [online] 31. Disponível: <https://doi.org/10.1590/s2179-975x5118>. Acesso: 16 abr 2020.
- Rocha, P. C., 2016. Geometria hidráulica e transporte de sedimentos em canais do sistema fluvial do alto rio Paraná, centro-sul do Brasil. *Geosul* [online] 31, 249-270. Disponível: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2016v31n61p249>. Acesso: 07 abr. 2020.
- Ross, J. L. S., Moroz, I. C., 1996. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia* [online] 10, 41-58. Disponível: <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>. Acesso: 10 dez. 2019.
- Santana, N.F., Pereira, L.S., Roberto, M.C., Gomes, S.E.A., Pagioro, T.A e Mormul, R.P., 2017. Longitudinal gradient in limnological variables in the Upper Paraná River: a brief description and the importance of undammed tributaries. *Acta Limnologica Brasiliensis* [online] 29. Disponível: <https://doi.org/10.1590/s2179-975x0217>. Acesso: 12 abr. 2020.
- Santos, S. A., Gastaldini, M. D. C. C., Pivetta, G. G., Schmidt Filho, O., 2018. Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela- Tamandaí, Santa Maria/RS. *Revista Sociedade & Natureza*, [online] 30, 23-44. Disponível: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-2>. Acesso: 12 abr. 2020.
- Santos, S. G., Segantim, L. P., Oliveira, E. D., 2016. Diagnóstico ambiental dos sistemas fluviais em pequenas cidades: estudo de caso de Florestópolis- PR. [online] *Revista Equador*, 5, 56-70. Disponível: Acesso: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/5278/3218> .16 abr. 2020.
- Silva, P. A., Andrade, L. N. P., Andrade, B.C., 2018. Dinâmica fluvial e uso/ocupação da terra do córrego rio bonito no município de Nova Canaã Do Norte/Mato Grosso. *Revista Equador* [online] 7, 163-183. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/6909/4232>. Acesso: 16 abr. 2020.
- Silva, T. M., Paes, T. V., 2018. Parâmetros morfométricos aplicados a análise tectonoerosiva em bacias de drenagem. *Geo UERJ* [online] 33, 37684. Disponível: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2018.37684>. Acesso: 29 mar. 2020.

- Stevaux, J.C., Latrubesse, E.M., 2017. Geomorfologia fluvial, 1 ed. Oficina de Textos, São Paulo-SP.
- Strahler, A. N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union [online] 38, 913–920. Disponível: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso: 29 mar. 2020.
- Suguio, K., 1973. Introdução a sedimentologia. 1 ed. Edgard Blucher, São Paulo.
- Tavares, A.S., Spalevic, V., Avanzi Júnior, C., Nogueira, D.A., Silva, M.L.N., Mincato, R.L., 2019. Modeling of water erosion by the erosion potential method in a pilot subbasin in southern Minas Gerais. Semina: Ciências Agrárias [online] 40. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p555>. Acesso: 28 mar. 2020.
- Triola, M.F., 1999. Introdução à estatística. 7 ed. LTC, Rio de Janeiro.
- Tundisi, J. G., Tundisi, T. M., 2016. Limnologia. 1 ed. Oficina de textos, São Paulo.
- Yuce, M. I., Esit, M., Karatas, M. C., 2019. Hydraulic geometry analysis of Ceyhan River, Turkey. SN Applied Sciences, [online] 1, 763. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0800-1>. Acesso: 30 mar. 2020.