

Diagnóstico Hidrossedimentométrico da Sub-bacia Hidrográfica do Rio km 119 no Município de Campo Mourão, Paraná

O presente estudo analisou a sub-bacia do Rio Km 119 no município de Campo Mourão, Estado do Paraná – PR. Foi levantado problemas existentes na área de estudo e fez-se os cálculos das características físicas (morfometria). Analisou-se as proporções do uso do solo e conflitos na sub-bacia que devem ser recuperados levando em conta a legislação ambiental. Aplicou-se o EUPS com auxílio das técnicas de geoprocessamento e por fim realizou-se prognóstico dos problemas e foi proposto soluções. Na literatura foi discutido vários problemas como o aumento da população urbana que acarretou poluição antrópica e a consequente contaminação na sub-bacia do Rio Km 119 bem como a erosão do solo, a degradação da vegetação ciliar e a ocupação de Área de Preservação Permanente (APP), causando impactos ambientais no local de estudo. Os resultados encontrados permitiram observar os conflitos de uso do solo e a falta de planejamento urbano é um dos problemas que agravam a degradação dos recursos naturais em todo percurso da área de estudo. A agricultura e urbanização vem se expandindo em direção ao rio, diminuindo assim a área de vegetação presente no entorno do corpo hídrico. Uma das alternativas para gerenciar esse conflito é a criação de Unidades de Conservação para promover a fiscalização e monitoramento de forma a buscar o equilíbrio do ecossistema com sustentabilidade.

Palavras-chave: Sub-bacia hidrográfica; EUPS; Morfometria.

Hydrosedimentometric Diagnosis of the River Sub-basin km 119 in the Municipality of Campo Mourão, Paraná

The present study analyzed the sub-basin of the River Km 119 in the municipality of Campo Mourão, State of Paraná – PR. Problems existing in the study area were raised and the physical characteristics (morphometrics) were calculated. The proportions of land use and conflicts in the sub-basin that must be recovered taking into account environmental legislation were analyzed. The EUPS was applied with the aid of geoprocessing techniques and, finally, a prognosis of the problems was carried out and solutions were proposed. In the literature, several problems have been discussed, such as the increase in urban population that led to human pollution and the consequent contamination in the sub-basin of the Km 119 River, as well as soil erosion, the degradation of riparian vegetation and the occupation of Permanent Preservation Areas (APP), causing environmental impacts at the study site. The results found allowed us to observe the conflicts of land use and the lack of urban planning is one of the problems that aggravate the degradation of natural resources throughout the study area. Agriculture and urbanization have been expanding towards the river, thus reducing the area of vegetation present around the water body. One of the alternatives to manage this conflict is the creation of Conservation Units to promote inspection and monitoring in order to seek the balance of the ecosystem with sustainability.

Keywords: Sub-watershed; EUPS; Morphometry.

Topic: **Engenharia de Recursos Hídricos**

Received: **08/04/2022**

Approved: **23/04/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Ana Cristyna Rocha de França 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4551121054705950>
<https://orcid.org/0000-0001-8092-6580>
annacristynna.arte@gmail.com

Eudes José Arantes 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5368039952110556>
<https://orcid.org/0000-0002-7684-3069>
eudesarantes@utfpr.edu.br

Franiele de Almeida Manari 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0737550411819984>
<https://orcid.org/0000-0001-5989-0579>
fmanari@gmail.com

Rosinei Ruiz de Almeida 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6140882097391020>
<https://orcid.org/0000-0002-1649-5154>
rosineiruiz@hotmail.com

André Pellegrini 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3952839727212671>
<https://orcid.org/0000-0002-8233-9061>
andrepellegrini@utfpr.edu.br

Nelson Consolin Filho 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5820606948533146>
<https://orcid.org/0000-0002-4847-0701>
consolin@utfpr.edu.br

Marcilene Ferrari Barriuello Consolin 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3028205116451785>
<https://orcid.org/0000-0001-5499-2701>
marcilenef@utfpr.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.004.0011

Referencing this:

FRANÇA, A. C. R.; ARANTES, E. J.; MANARI, F. A.; ALMEIDA, R. R.; PELLEGRINI, A.; CONSOLIN, N. F.; CONSOLIN, M. F. B.. Diagnóstico Hidrossedimentométrico da Sub-bacia Hidrográfica do Rio km 119 no Município de Campo Mourão, Paraná. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.4, p.118-130, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.004.0011>

INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito e essencial à existência de todos os seres vivos. Apesar de ser renovada pelo ciclo hidrológico é passível de escassez. Isso é perceptível devido a distribuição da água que não se encontra de forma uniforme e acessível em se tratando de qualidade e quantidade.

Sperling (2007), define que a questão da qualidade da água está relacionada aos fenômenos naturais e antrópicos, exercidos em determinada bacia hidrográfica. Por isso, faz-se necessário instrumentos e ferramentas para gerir esse recurso de maneira sustentável, ou seja, garantindo-a às gerações futuras.

A área do presente estudo situa-se na sub-bacia do Rio Km 119, no município de Campo Mourão. De acordo com dados dos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010 a população urbana chegou a atingir 94,82%, estimando uma parcela de aproximadamente 90 mil habitantes. Com esse aumento da população na área urbana houve a necessidade da expansão da cidade para áreas adjacentes ao seu perímetro, ocupando em muitos casos, áreas inadequadas para o uso e ocupação. A população vem crescendo de forma descontrolada próximo ao Rio Km 119, provocando impactos no corpo hídrico (SILVA, 2015; SILVA, 2016).

Entre os anos que compreende 1972 a 2006, a vegetação ciliar do Rio Km 119 diminuiu em alguns pontos e quase desapareceu em outros, isso se deve aos processos de urbanização e desenvolvimento das atividades agrícolas (BORSATO, 2009). Segundo este mesmo autor, a proximidade com a população vem causando impactos negativos causados pelos lançamentos de poluentes, que ocorrem de forma direta pelo despejo realizado pelas pessoas, e de forma indireta pelo escoamento superficial que carrega consigo resíduos sólidos, sedimentos e produtos químicos da agricultura.

No perímetro urbano, a mata ciliar foi reduzida a pequenos fragmentos, sendo que a maioria da faixa marginal do rio se encontra sem cobertura vegetal. Estudos ainda mostram que em Área de Preservação Permanente, o Rio Km 119 não possui os 30 metros de mata ciliar previsto na Lei Federal nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal), o que o torna mais vulnerável aos processos erosivos (MACHADO, 2015).

Estas diversas ocupações e atividades causam impacto ambiental alterando a qualidade ambiental, gerando poluição e contaminação dos rios, podendo prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criar condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetar a biota de forma desfavorável, lançar matérias e efluentes em desacordo com padrões ambientais estabelecidos e afetar as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente (SPERLING, 2017).

Segundo estudos realizados por Mendes (2019), um dos problemas encontrados na bacia do Rio Km 119, foi o fosfato que se mostrou mais persistente no meio, ultrapassando os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA n. 357/2005, padrão devido lançamento de esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas e efluentes de indústrias, sendo que o padrão cor também foi afetado pelas mesmas ações antrópicas em alguns pontos da coleta. Outro quesito em desacordo com a Resolução Conama em questão foi o fator turbidez e nitrogênio amoniacal em época de seca. Neste mesmo estudo a autora conclui que a alteração da turbidez se relaciona com o carreamento de partículas do solo e

despejos de influentes de modo inadequado. Neste estudo foi feito também teste de citotoxicidade e genotoxicidade e os resultados apontaram que todos os pontos apresentaram compostos tóxicos aos organismos teste em algum momento dos estudos, indicando a presença de contaminantes nas águas do rio Km 119 com potencial para modificar e causar danos à dinâmica do ecossistema como um todo.

Diante dos problemas abordados na literatura, o presente estudo analisou a sub-bacia do Rio Km 119 no município de Campo Mourão, Estado do Paraná – PR. Fez-se os cálculos das características físicas (morfometria) e analisou-se as proporções do uso do solo e conflitos na sub-bacia que devem ser recuperados levando em conta a legislação ambiental. Aplicou-se o EUPS com auxílio das técnicas de geoprocessamento e por fim realizou-se prognóstico dos problemas e foi proposto soluções.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O local de estudo está inserido no município de Campo Mourão (PR), o município está inserido na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense entre os paralelos 23º 58' e 24º10' de latitude Sul e entre os meridianos 52º39' e 52º20' de longitude Oeste. Em 2010 o município possuía 87.194 habitantes, sendo 94% considerada urbana (IBGE, 2010).

A bacia do Rio Km 119 está situado a poucos quilômetros da área urbana, onde percorre grande extensão 16,43 Km. Seus afluentes principais são os mananciais Água do Quati e Água das Cruzinhas, ambos localizados em solos rurais. A bacia do Rio KM 119 ocupa uma área de 3.301 hectares e pertence à bacia hidrográfica do Rio Mourão, sendo este afluente do rio Ivaí (PAVESI, 2010).

O Rio Km 119, corta em sua margem direita, toda a extensão urbana do município e faz interação com a população neste percurso. Sua margem esquerda se comunica com as atividades agrícolas, local de predominância do uso e ocupação do solo (SOUZA, 2009).

De acordo com a figura 1, a sub-bacia do Rio Km 119 possui uma área de 32,43 Km², perímetro de 45,96 Km, L principal (comprimento do rio principal): 14,98 Km e L total (soma do comprimento de todos os rios): 26,70 Km e L Axial (comprimento do eixo): 12,644 Km.

No que diz respeito ao relevo, podemos também chamar a área de estudo de Planalto Arenito Basáltico e historicamente, por ser favorecida por uma formação de relevo suavemente ondulado, vem passando por uma evolução urbana desde a década de 1950 (MARCOTTI et al., 2011), que tem se acelerado por conta das mudanças ocorridas na forma de produção agrícola e no modelo de desenvolvimento que tem na indústria e no comércio, que são atividades predominantemente urbanas. Essa região encontra-se inserida no Bioma Mata Atlântica, tendo como formação vegetacional a Floresta Estacional Semidecidual e presença de Latossolo roxo como tipo de solo¹.

Para Maack (2002), o clima na região de Campo Mourão é classificado como clima subtropical úmido

¹ http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_norte_central.pdf

mesotérmico, de acordo com as estações do ano, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida, com as seguintes médias anuais, temperatura dos meses mais quentes superior a 22 °C e dos meses mais frios inferior a 18 °C; temperatura média de aproximadamente 20 °C; chuvas variando entre 1.300 e 1.600 mm; umidade relativa do ar 75%; índice hídrico entre os níveis 20 e 60 e ausência de deficiência hídrica. Os ventos predominantes na região são os de quadrante nordeste, apresentando probabilidade de geadas nos meses de inverno, quando sopram de sul e sudoeste.

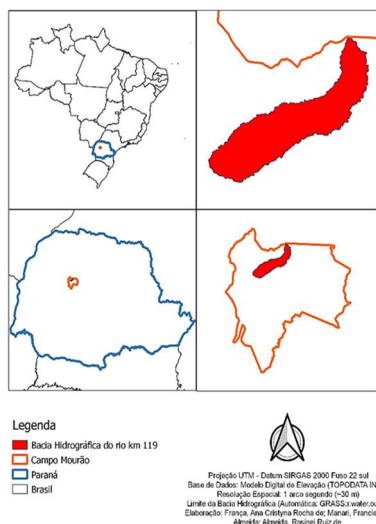


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

A geologia, nesse contexto, está ligada de forma intrínseca ao entendimento das modificações que ocorrem na paisagem, contribuindo no planejamento do zoneamento urbano e gestão do uso do solo, pois fornece arcabouço teórico sobre as formas de relevo e os processos associados. O relevo é a chave na dinâmica do ambiente, sendo interrelacionado com o solo, vegetal, rocha e fauna.

É de fácil percepção os sinais que revelam o desgaste no solo provocado pela erosão, mas é difícil prever quais serão as más consequências futuras. A aceleração do ritmo da erosão produz condições anormais bastante notáveis: voçorocas, pomares com árvores raquíticas e raízes expostas, barreiras caídas em estradas, caminhos profundos nas pastagens, entulhamento de reservatórios d'água, águas turvas ou barrentas nos rios e inundações em campos e cidades ribeirinhas. O arraste dos solos, adubos e agrotóxicos para águas fluviais e lacustres acarretam a mudança da microflora aquática e, conseqüentemente, da fauna, com graves prejuízos para os peixes (LEPSCH, 2002).

Morfometria

A morfometria é uma subdivisão da geomorfologia que se preocupa em estudar as informações quantitativas do relevo, e desta forma fornecer análises mais precisas para o planejamento de uso e ocupação territorial. (FLORENZANO, 2008).

Os parâmetros morfológicos são medidos que possibilitam analisar fenômenos geológicos que ocorrem ao longo do tempo, que sofrem interferência das atividades antrópicas (PISSARRA et al., 2010).

Segundo Oliveira et al. (2007), a caracterização da morfometria por meio de técnicas computacionais

permite obter informações de maneira rápida, eficiente e padronizada. Diante disso, usou-se a metodologia do mapeamento da sub-bacia do Rio Km 119 para realização dos cálculos morfométricos da área de estudo. A caracterização morfométrica consistiu na determinação dos índices a seguir, definidos conforme (RODRIGUES, 2005)

Coeficiente de compacidade (Kc)

Constitui a relação entre perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. O número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia. Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro da bacia ou sub-bacia (km); A = área de drenagem da bacia ou sub-bacia (km²).

Índice de conformação

Compara a área da bacia com a área do quadrado de lado igual ao comprimento axial. Se não houver interferência de outros fatores, a potencialidade de ocorrência de cheias será maior quanto próximo o valor for de um.

$$Fc = \frac{A}{L^2}$$

Onde: A = área da bacia (km²); L = comprimento axial (km).

Declividade do curso d'água

É um dos fatores mais importantes para se estimar a magnitude de enchentes. Quanto maior for a declividade, maior será a velocidade de escoamento. O primeiro valor da declividade de um curso d'água entre dois pontos foi obtido pelo coeficiente entre a diferença de suas cotas extremas e sua extensão horizontal:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Onde: H = diferença de cota (m) (pontos no início e fim do canal); L = comprimento do canal entre esses pontos (m).

Densidade do curso d'água

É a relação existente entre o número de cursos de água ou de rios e a área da bacia hidrográfica. Seu cálculo reveste-se de importância porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, 1980).

$$Ds = \frac{Ns}{A}$$

Densidade de drenagem

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários. Seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo, assim, o índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

$$D_s = \frac{L}{A}$$

Sendo: D_s = densidade de drenagem (km.km²); L = comprimento total de todos os canais (km); A = área de drenagem (km²).

Tempo de concentração (Tc)

O tempo de concentração (Tc) é definido como o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial num determinado ponto de controle.

$$TC = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Fórmula empírica para o tempo de concentração Kirpich: TC = tempo de concentração em minutos; L = comprimento do rio principal em Km; ΔH = diferença total de altitude ao longo do rio principal.

Equação Universal de Perda de Solo

O potencial erosivo da área de estudo, foi determinada utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (WISCHMEIER et al., 1978). EUPES estima a perda de solo anual (A) por meio da combinação dos seguintes fatores: erosividade da chuva e enxurrada associada à chuva (fator R); erodibilidade do solo (fator K); comprimento de rampa (fator L); declividade do terreno (fator S); cobertura e manejo do solo (fator C); e práticas conservacionistas de suporte (fator P), se tornando uma ferramenta de subsídio ao planejamento ambiental (BERTONI et al., 2014).

$$A = R.K. (L. S). C. P$$

Onde: A: Perda de solo em t.ha⁻¹.ano⁻¹; R: Fator erosividade da chuva em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹; K: Fator erodibilidade do solo em t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹; L: Fator comprimento de rampa, baseado nos valores em metros do comprimento da rampa (adimensional); S: Fator declividade, valores em porcentagem da declividade do terreno (adimensional); C: Fator uso e manejo do solo (adimensional); P: Fator práticas conservacionistas (adimensional).

Considerando as equações propostas por Rufino, Biscaia e Merten (1993), a sub-bacia hidrográfica do Rio km 119 está inserida na Região 1. O valor final de R (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹), utilizado na EUPS, é a soma dos valores mensais obtidos com $R = 182,86 + 56,21$.

$$R = 182,86 + 56,21 \cdot \left(\frac{p^2}{p} \right)$$

Onde: R: Índice de erosividade da chuva (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹); p: Média mensal de precipitação (mm) e P: Média anual de precipitação (mm). Os fatores CP estão diretamente relacionados com o uso e

cobertura do solo, bem como os métodos de plantio e práticas conservacionistas. As taxas do fator C foram baseadas em usos identificados na bacia e caracterizados pelo grau de proteção fornecido ao solo, sendo que quanto menor o índice aplicado. Uso de sistema de informação geográfica para determinação do potencial erosivo de bacias hidrográficas: estudo de caso na bacia do Rio do Campo/PR. Segundo Gottstein et al. (2019), mais eficiente é a proteção; quanto maior o índice, maior o cuidado a ser prestado. A mesma associação foi realizada para atribuir taxas para o fator P (GRAÇA et al., 2015).

A classificação e identificação dos tipos de solos presentes da sub-bacia hidrográfica foram executadas a partir do Mapa de Solos do Estado do Paraná com escala de 1:250.000 (EMBRAPA, 2007), gerando uma camada vetorial composta por polígonos no software QGIS 3.16.

Depois de realizar o processamento dos dados originais foi obtido os fatores componentes da EUPS. Utilizou-se a Calculadora Raster do software livre e QGIS 3.16.0 para realizar a álgebra de mapas, assim, as camadas foram multiplicadas juntas. A partir da integração dos fatores da equação foi gerado o mapa da estimativa de perda de solo, que corresponde ao fator A da EUPS.

Um dos fatores da EUPS para prever a perda de solo, tem-se a erodibilidade (fator K), que indica a condição inerente do solo, sua susceptibilidade ao descolamento e transporte por processos de erosão. À medida que o grau de maturidade e profundidade diminui, o grau de erodibilidade aumenta (WISCHMEIER et al., 1978; TOMAZONI et al., 2005; BERTONI et al., 2014).

Foi utilizado o plugin Processing do software QGIS 3.16 que possibilita a realização de algoritmos para o cálculo do comprimento de rampa na ferramenta Slope Length do software SAGA GIS 3.16, para alcançar os valores do fator L. O algoritmo gera uma camada de raster com os vetores obtidos com os dados de elevação resultante do modelo numérico de terreno (MNT), fundamentado na imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), da área de estudo, disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos.

Para o cálculo do fator L da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), utilizou-se McCool et al. (1987; 1989), Foster et al. (1977) e Desmet et al. (1996). Foi utilizado McCool et al. (1987; 1989), para o cálculo do fator S.

RESULTADOS

Morfometria da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Km 119

A área da sub-bacia e o perímetro foi determinado por meio de ferramentas de medição presentes no Qgis 3.16, utilizando a unidade de medida em quilômetros. Os dados para os cálculos morfométricos foram retirados dos mapas (figura 2, 3). Os resultados dos cálculos morfométrico estão na tabela 1.

Os mapas de hidrografia, curvas de nível, do modelo digital de elevação, de declividade e da hipsometria, e o modelo sombreado da sub-bacia hidrográfica do rio km 119, são mostrados, respectivamente, nas Figuras 2, 3a, 3b. Associando as informações desses mapas com os resultados dos parâmetros morfométricos obtidos (Tabela 1) pode-se dizer que, inicialmente, a sub-bacia hidrográfica do rio km 119 pode ser classificada como uma unidade espacial pequena visto que sua área de drenagem e o

perímetro foram de 32,43 km² e 45,96 km, respectivamente, constituindo-se numa boa unidade espacial para se estudar o comportamento hidrológico e realizar o planejamento integrado do manejo de seus recursos naturais (BERTONI et al., 2008). Outro fato importante, de acordo com Villela et al. (1975), é a relação expressiva do formato da sub-bacia hidrográfica com o comportamento do escoamento superficial.

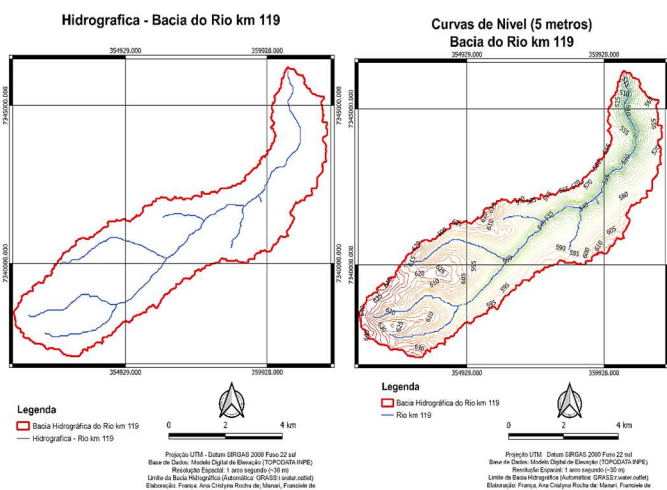
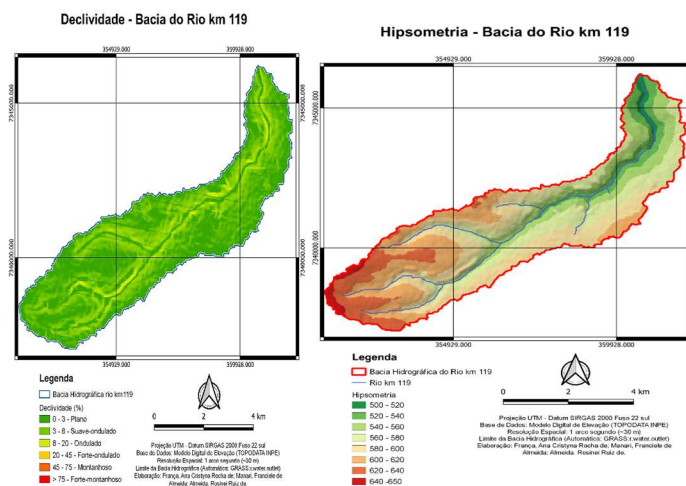


Figura 2: Mapa de localização e curvas de nível da área de estudo.



(a)

(b)

Figura 3: Mapa de declividade (a) e mapa hipsométrico (b) da área de estudo.

Tabela 1: Características da hidrografia da sub-bacia hidrográfica do Rio Km 119

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
Área da bacia (km ²)	32,43
Perímetro da bacia (Km)	45,96
L = comprimento axial (km)	12,644
L = comprimento principal (km)	14,98
L = comprimento total (km)	26,70
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,259
Índice de conformação (Ic)	0,202
Declividade do curso d'água (m.m ⁻¹)	0,00768
Densidade do curso d'água (km.km ²)	0,461
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,823
Ordem dos cursos d'água	2
Tempo de concentração (min)	73,73

A sub-bacia hidrográfica do rio km 119 deve apresentar um tempo de concentração de médio a alto não sendo, portanto, sujeita às enchentes. Segundo Matos et al. (2006) o tempo de concentração se refere ao tempo em que a água, que cai no ponto mais remoto de uma bacia, leva para chegar até a foz. Quanto

maior o tempo de concentração menor a vazão máxima de enchente se forem mantidas constantes outras características como solo, vegetação, geologia e hidrologia. Tal inferência é feita com base nos valores de coeficiente de compacidade (2,259), acima de 1,50 e o índice de conformação (0,202), menor que 0,50 (CARDOSO et al., 2006). As altitudes na sub-bacia hidrográfica variaram de 510 a 650 m. Os dados da distribuição desta variável morfométrica (Tabela 1 e Figuras 2, 3a, 3b) permitem inferir que a sub-bacia hidrográfica do rio km 119 exibe duas classes altimétricas destacáveis: uma de 510 a 580 m e outra de 580 a 650 m. Quanto à declividade, a sub-bacia possui em sua maior área caracterizado como plano, suave – ondulado e ondulado, segundo a classificação da Embrapa (1979). O conhecimento da declividade numa bacia hidrográfica é de fundamental importância não apenas para com o cumprimento da legislação ambiental, mas também como forma de racionalizar o manejo e a gestão dos recursos hídricos (TONELLO et al., 2006). De modo geral, quanto menor a inclinação do terreno, menor a velocidade de escoamento superficial, maior o tempo de concentração e melhor a quantidade de água armazenada, o que diminui as perspectivas de enchentes mais pronunciadas (GUARIZ, 2008). A densidade de drenagem obtida foi de 0,823 km km⁻². De acordo com Villela et al. (1975) este índice pode variar de 0,5 km km⁻² em bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais nas bacias excepcionalmente bem drenadas indicando por tal índice, que a sub-bacia em estudo apresenta capacidade baixa de drenagem. O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler, apresentou grau dois de ramificação (Tabela 1 e Figura 2). Ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas. Quanto mais ramificada for a rede mais eficiente será o sistema de drenagem (STRAHLER, 1957, BERTONI et al., 2008). O cálculo da declividade média do curso d'água principal (14,98 km) resultou no valor de 0,00768 m m⁻¹; (Tabela 1).

Proporções do Uso do solo da Sub-Bacia do Rio Km 119.

O mapa sobre o Uso do Solo da Bacia na área de estudo foi realizado por meio do recorte no software Qgis 3.16 dos mapas desenvolvidos pela EMBRAPA FLORESTAS, UFPR, EMATER – hoje IDR, COPEL, ITCG – hoje IAT, SEAB, SEP.

Imagens Ópticas Ortoretificadas, no formato geotiff, do sensor WorldView2, compostas por 4 bandas (RGB e infravermelho próximo) com 2 metros de resolução espacial, 8 bits e 16 bits de resolução radiométrica e coletadas entre 2011 e 2014, padrão de exatidão PEC A. O Sistema de Projeção corresponde ao UTM, Datum SIRGAS/SIRGAS2000, recortadas na articulação 1:25.000. Para calcular as devidas proporções, foi utilizada o recorte do mapa de uso e ocupação do solo para a sub-bacia do rio km 119 utilizando a calculadora de campo para cada feição do vetor, totalizando para uso ou cobertura específica. Com os valores das áreas das classes de uso e ocupação, ao final do processamento, obteve-se uma tabela com as porcentagens de cada uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio km 119.

Os resultados da tabela 2 e figura 4, mostram as proporções do uso do solo. Os cálculos foram realizados de acordo com o mapa do Uso do Solo, descrito em materiais e métodos no presente estudo. A classificação do uso do solo da sub-bacia do km 119 a maior área de uso da agricultura anual 15,869 km² o que representa 48,93%, a segunda classe de uso predominante na sub-bacia é a área urbana com 9,620 km²

com a porcentagem de 29,66, na sequência a área de vegetação natural com 3,866 km² que representa 11,92% e ainda 2,085 km² de pastagem/campo com 6,43% da área, completando o uso de ocupação existem ainda área de várzea, plantios florestais e corpos d'água que apresentam pequenas áreas da bacia hidrográfica menores que 1%.

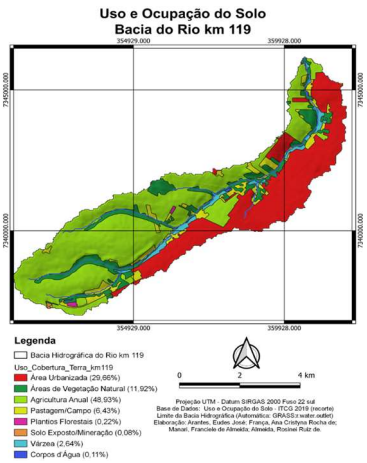


Figura 4: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da área de estudo.

Tabela 2: proporções do uso do solo da sub-bacia do Rio Km 119

Uso e Cobertura Vegetal	Área (km ²)	%
Áreas de Vegetação Natural	3,866	11,92
Agricultura Anual	15,869	48,93
Pastagem/Campo	2,085	6,43
Plantios Florestais	0,073	0,22
Corpos d'Água	0,037	0,11
Várzea	0,857	2,64
Área Urbanizada	9,620	29,66
Solo Exposto/Mineração	0,025	0,08
Área da Bacia km 119	32,433	100,00

Aplicação do EUPS com auxílio das geotecnologias

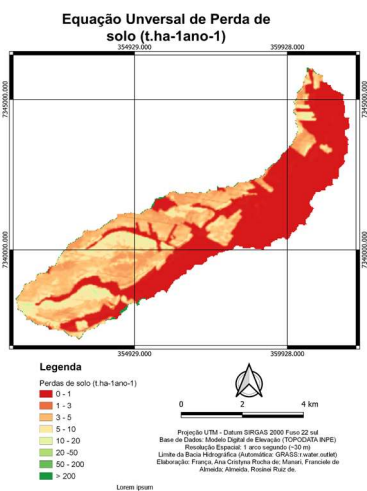


Figura 5: Mapa de Perda de Solo da área de estudo.

Segundo Jazouli et al. (2017), a análise dos problemas de erosão do solo, realizada a partir da EUPS, gera informações importantes, sintéticas e sistemáticas sobre a natureza, intensidade e distribuição espacial das perdas de solos, permitindo assim, identificar as áreas mais afetadas. O mapa quantitativo da Equação Universal da Perda do Solo (Figura 5) pode ser uma ferramenta indispensável para o manejo integrado de solos, bem como, constitui uma ferramenta de apoio ao planejamento ambiental em bacias hidrográficas.

De acordo com o mapa da EUPS, a maior parte da sub-bacia do rio km 119 se caracteriza por baixa erosão de solo, pois grande parte da área da bacia é área urbana ou região de várzea em que o potencial erosivo muito baixa de acordo com EUPS. O restante da área da bacia não urbanizada também se caracterizou com baixo potencial erosivo com média de 5 a 10 ton.ha⁻¹.ano⁻¹.

Apesar do modelo EUPS não indicar potencial de erosão superficial na bacia hidrográfica, a concentração de escoamentos devido a drenagem urbana provoca grandes erosões em trechos da hidrografia na bacia hidrográfica da bacia do rio km 119. Na sequência de trabalho exemplos de erosão hídricas devido à falta de aplicação de técnicas adequadas de contenção e dissipação de energia do escoamento das galerias fluviais.

Conflitos do uso do solo na Sub-Bacia do Rio Km 119 a serem recuperados.

A conscientização da população entorno é crucial para a conservação destes corpos hídricos, visto que a água é essencial para a manutenção da vida e economia nesta localidade. Assim vislumbra a importância do levantamento de dados e observações da área estudada, para que possa haver um planejamento urbano adequado que proporcione uma ocupação e uso da área de estudo de forma adequada, visando o uso sustentável ou seja, o equilíbrio entre as atividades antrópicas e o meio natural (solo, água, vegetação).

Mendes (2019) em um estudo na área constatou a presença de contaminante e toxicidade, sugerindo a realização de futuros estudos avaliando outros compostos químicos como metais pesados, pesticidas. Neste estudo a agricultura e a urbanização são dois fatores de maior concentração, então também se aconselha tais levantamento posteriores. Estes procedimentos são importantes uma vez que estas águas são usadas para irrigação na agricultura bem como para abastecimento da população. O aprofundamento e o conhecimento destes parâmetros físicos podem ser utilizados para futuros planejamentos e gestões ambientais (TAGLIARINI et al., 2014).

O decreto municipal de Campo Mourão - DECRETO Nº 7611 DE 27 DE ABRIL DE 2018, criou o REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DO RIO Km 119. Este decreto estabelece que o uso e a destinação das áreas que constituem o REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DO RIO Km 119 devem respeitar a integridade dos ecossistemas naturais abrangidos. Fica proibida a supressão total ou parcial das florestas e demais formas de vegetação de preservação permanente definidas pela Lei Federal nº 12.651/12 e demais legislações pertinentes. Caberá ao quadro técnico da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - SEAMA a gestão do REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE RIO Km 119, a fiscalização e o monitoramento, podendo promover convênio de cooperação com instituições afins. A criação desta unidade de conservação é uma forma de minimizar os conflitos pertinentes ao uso de ocupação do solo, sendo uma alternativa na busca do equilíbrio do ecossistema com sustentabilidade em áreas urbanizadas.

CONCLUSÃO

Nesse trabalho foram criados mapas temáticos para estudo da perda de solo na bacia do rio km 119

utilizando a Equação Universal e Perda de Solo. Os resultados encontrados permitiram observar os conflitos de uso do solo e a falta de planejamento urbano é um dos problemas que agravam a degradação dos recursos naturais em todo percurso da área de estudo. A agricultura e urbanização vem se expandindo em direção ao rio, diminuindo assim a área de vegetação presente no entorno do corpo hídrico. Uma das alternativas para gerenciar esse conflito é a criação de Unidades de Conservação para promover a fiscalização e monitoramento de forma a buscar o equilíbrio do ecossistema com sustentabilidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE No. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI, F. N.. **Conservação do solo**. 9 ed. São Paulo: Ícone, 2014.
- BORSATO, F. P.; SOUZA, D. C.; FERREIRA, J. H. D.; SOUZA, S. H. D.. Levantamento das Áreas de Preservação Permanente da Bacia do Rio KM 119 do Município de Campo Mourão - PR utilizando imagens de satélites.. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 14. **Anais**. Pato Branco, 2009.
- BRASIL. **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**. Dispões sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005.
- CAMPOS, R. A.; STIPP, N. A. F.; CAVIGLIONE, J. H.. Estudos Ambientais no Espaço Geográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado, no município de Cornélio Procopio/PR: Aplicação da EUPS. **Geographia Opportuno Tempore**, v.2, n.2, p.81-99, 2016.
- CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CRISPIM, J. Q.; MALYSZ, S. T.; CARDOSO, O.; PAGLIARINI, S. N. J.. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão/PR. **Revista Geonorte**, v.3, n.4, p.781-790, 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos e Florestas, 2007.
- FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.36, n.6, p.355-359, 1981.
- FLORENZANO, T. G.. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GRAÇA, C. H.; PASSIG, F. H.; KELNIAR, A. R.; PIZA, M. A.; CARVALHO, K. Q.; ARANTES, E. J.. Multitemporal analysis of estimated soil loss for the river Mourão watershed, Paraná – Brazil. **Braz. J. Biol.**, v.75, n.4, p.120-130, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.00613supp>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais do brasil, grandes regiões, unidades da federação e municípios**. Rio de Janeiro, 2012.
- LEPSCH, I. F.. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- MAACK, R.. **Geografia Física do Estão do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná. 2002.
- MARCOTTI, A. R.; BERBET, T. C. M.. Caracterização da evolução do espaço urbano de Campo Mourão. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS URBANOS. **Anais**. Campo Mourão: Fecilcam, 2011.
- MACHADO, M. S.. **Estudo geoambiental de uma voçoroca em Campo Mourão (PR)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.
- MENDES, S. A.. **Avaliação da toxicidade dos Rios do Campo e K, 119 no município de Campo Mourão (PR), sob influência de Atividades Antrópicas**. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.
- OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO, O. A. J.; SILVA, T. M.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, N. C.. Delimitação automática de bacias de drenagens e análise multivariada de atributos morfométricos usando modelo digital de elevação hidrologicamente corrigido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Porto Alegre, v.8, n.1, 2007.
- PAVESI, K. S.. **Metodologia de extração sequencial de fósforo em sedimento como ferramenta para avaliação de eutrofização em ambientes aquáticos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2010.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W.; GALBIATTI, J. A.. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.669-676, 2010.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S.. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas, in: VENTURI, L. A. B.. **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

SILVA, C. M. **Ocupação irregular de região de nascente e interferência na qualidade da água no Rio do Campo em Campo Mourão (PR)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

SILVA, R. G. F.. Análise de emissários da galeria de águas pluviais contribuintes do Rio Km 119 na região central do município de Campo Mourão, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

SOUZA, D. C.; IWAKURA, L.; LIMA, S. B.; LOCASTRO, J. K..

Comparative effect of temperature on the performance of *Typha domingensis* pers. and *Pontederia parviflora* Alexander in phytotreatment. **Acta Scientiarum**, v.41, e39038, 2019.

SPERLING, M.. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

TAGLIARINI, F. S. N.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, S.. Geoprocessamento de variáveis morfométricas para caracterização da microbacia córrego do petiço. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.10, n.2, 2014.

TOMAZONI, J. C.; GUIMARÃES, E.. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do Rio Jirau. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.57, n.3, p.235-244, 2005.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D.. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: Agriculture Handbook, 1978.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157829692080783361/>