



## PROCESSOS EM VERTENTES, USO DA TERRA E CONTAMINAÇÃO DE SEDIMENTOS FLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO CLARO/PR

Angélica Scheffer da Motta Abrantes<sup>1</sup>  
Maria Cristina Perusi<sup>2</sup>  
Edson Luís Piroli<sup>3</sup>

### RESUMO

Historicamente, o modelo de formação do território brasileiro é caracterizado pela substituição da cobertura vegetal original pelo desenvolvimento de atividades econômicas e agrupamentos humanos. Em sua grande maioria, tais transformações desconsideram as características naturais do ambiente, resultando em problemas ambientais, algumas vezes, irreversíveis. Diante deste cenário, os processos em vertente estão diretamente relacionados com a qualidade da água e dos sedimentos fluviais, uma vez que as mudanças ocorridas no âmbito das bacias hidrográficas ali são denunciadas. No município de Ribeirão Claro/PR, há o predomínio de pastagens e significativas áreas de declividade superiores a 20%, além disso, apresenta biodeteriorações em várias edificações, consequência da qualidade da areia utilizada na construção civil. O presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre as mudanças dos usos da terra e os processos em vertente no referido município com o comprometimento da qualidade da areia de origem fluvial, predominantemente, usada na construção civil. Para tanto, foram elaborados mapas temáticos de uso e cobertura da terra e de declividade, que possibilitaram as análises quanto aos processos em vertente diante de cada uso identificado e, principalmente, dos comprometimentos que estes podem causar nos fundos de vale. Na análise espacial realizada na área de estudo, observou-se a escassez da cobertura florestal e o avanço das atividades agropastoris, principalmente da pecuária, fato que intensifica os processos em vertente, o aumento da carga orgânica nos leitos fluviais e, conseqüentemente, a qualidade dos sedimentos dali provenientes.

**Palavras-chave:** Processos em vertente; sedimentos fluviais; usos da terra.

### ABSTRACT

Historically, the model of formation of the Brazilian territory is characterized by the replacement of the original vegetation cover for the development of economic activities and human groups. For the most part, such transformations disregard the natural characteristics of the environment, resulting in environmental problems, sometimes irreversible. Given this scenario, the processes in slope are directly related to the quality of water and river sediments, since the changes that have taken place within the scope of the hydrographic basins there are denounced. In the Ribeirão Claro/PR city, there is a predominance of pastures and significant areas of slope greater than 20%, in addition, it presents biodeteriorations in several buildings, a consequence of the quality of the

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia da FCT/UNESP, [schefferang@gmail.com](mailto:schefferang@gmail.com);

<sup>2</sup> Professora Doutora do curso de Geografia da UNESP/ Campus de Ourinhos, [cristina@ourinhos.unesp.br](mailto:cristina@ourinhos.unesp.br);

<sup>3</sup> Professor Livre-Docente do curso de Geografia da UNESP/ Campus de Ourinhos, [piroli@ourinhos.unesp.br](mailto:piroli@ourinhos.unesp.br).



sand used in civil construction. The present work aims to analyze the relationship between changes in land use and processes in slope in that city with the compromise of the quality of sand of fluvial origin, predominantly used in civil construction. For this purpose, thematic maps of land use and land cover and slope were drawn up, which enabled the analysis of the processes involved in the face of each identified use and, mainly, of the compromises that these can cause in the valley bottoms. In the spatial analysis carried out in the study area, the scarcity of forest cover and the advance of agro-pastoral activities, especially livestock, were observed, a fact that intensifies the processes in slope, the increase in the organic load in the riverbeds and, consequently, the quality sediments from there.

**Keywords:** Streamlined processes; river sediments; land uses.

## INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No Brasil, o processo histórico de ocupação do território consistiu, e ainda perdura, na substituição da cobertura florestal nativa e/ou fragmentos florestais por atividades agroexportadoras, frequentemente baseada na exploração excessiva dos recursos naturais. Essas práticas, ao desconsiderar o potencial de uso da terra, aceleram os processos em vertente e são responsáveis por diversos problemas ambientais, destacando-se a degradação dos solos na forma de erosão com conseqüente assoreamento e contaminação dos sistemas aquáticos.

A erosão hídrica, predominante no clima tropical, pressupõe a ruptura dos agregados, quando existentes, e arraste de forma seletiva de partículas minerais e/ou orgânicas, além de materiais com características muito heterogêneas, resultante da disposição muitas vezes inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU), defensivos agrícolas, chorume e necrochorume, metais pesados, efluentes industriais, excesso de vinhaça da fertirrigação em áreas de cultivo de cana de açúcar, entre outros agentes com potencial contaminante e/ou poluente. A deposição dessa diversidade de materiais eminentemente tecnogênicos nos fundos de vale, tem potencial de alterar abruptamente os indicadores de qualidade da água e de matérias primas de interesse econômico oriundos desses ambientes, como argila e areia, amplamente utilizados na construção civil.

Caso edificações sejam feitas com areia que possui grande carga orgânica oriunda dos processos descritos anteriormente, uma das conseqüências é a formação da biodeterioração (FIGURA 1) (termo utilizado para considerar uma patologia resultante da ação de seres vivos na argamassa ou no reboco das paredes) que pode vir a

comprometer saúde dos moradores e a economia doméstica devido a necessidade de reformas periódicas Fila et al. (2010).

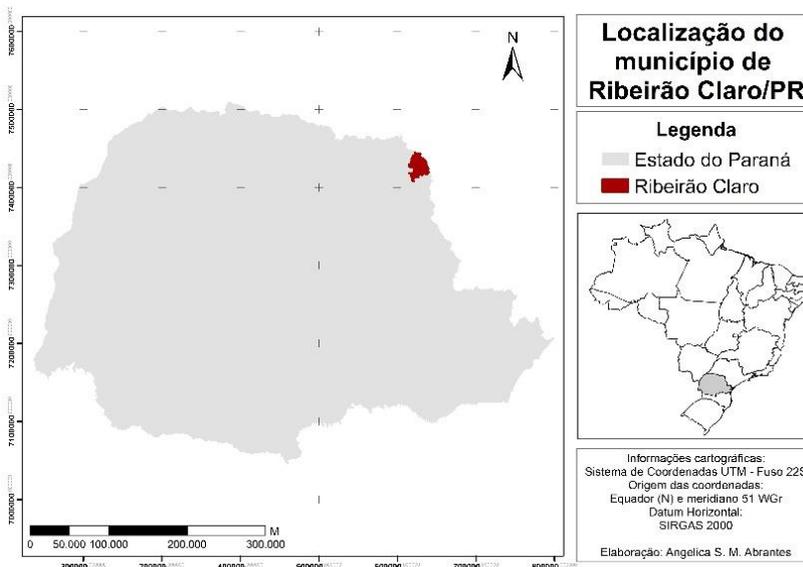
**Figura 1.** Biodeteriorações em residência - área interna (Município de Ribeirão Claro/PR).



Foto: Abrantes (2017).

É nesse cenário que encontra-se o município de Ribeirão Claro/PR (FIGURA 2), localizado na vertente paranaense do rio Paranapanema, cujo embasamento geológico consiste em arenitos das Formações Piramboia e Botucatu, do Grupo São Bento (IPT, 1981) e depósitos quaternários sedimentares holocênicos. No referido município, há o predomínio de pastagens e possui significativas áreas de declividade superiores a 20%, além disso, apresenta as aludidas biodeteriorações.

**Figura 2.** Localização da área de estudo: Município de Ribeirão Claro/PR.



Elaboração: Abrantes (2021).



Desta forma, este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre as mudanças dos usos da terra e os processos em vertente no município de Ribeirão Claro/PR e o comprometimento da qualidade da areia, predominantemente, usada na construção civil.

## **PROCESSOS EM VERTENTE E ORIGEM DA AREIA FLUVIAL**

De acordo com Suguio (1998), areia é considerada sedimento detrítico ou clástico, não consolidado, composto predominantemente por partículas minerais entre 0,062 e 2,00 mm de diâmetro. Segundo o referido autor, o mineral mais frequente na maioria dos tipos de areia é o quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), porém há situações especiais, como em áreas desérticas, onde podem predominar fragmentos de calcita, gipsita e feldspatos.

A areia oriunda de corpos hídricos, conforme o autor supracitado, é transportada e depositada por processos fluviais, em geral, encontrada nos depósitos de preenchimento de canal fluvial ou de barras de meandros nos rios meandrantos e como barra longitudinal de canal nos rios entrelaçados. Sendo assim, para compreender a origem da areia fluvial é importante mencionar alguns aspectos: o processo de intemperismo de rochas: metamórficas, sedimentares ou magmáticas; os processos em vertente, os quais tendem a carrear sedimentos com características muito heterogêneas para os leitos dos rios e, por fim, mas não menos importante, o trabalho de transporte de sedimentos pelos próprios cursos d'água.

Minella e Merten (2011) apontam a necessidade de analisar o espaço urbano e rural com ferramentas que sejam capazes de avaliar de forma quantitativa e integrada os fatores que interferem na degradação dos solos e dos recursos hídricos. Além disso, salientam que os processos erosivos identificados em lavouras, pastagens, estradas e áreas urbanas estão relacionados com os impactos nos rios, sob três aspectos: químico, físico e biológico.

A conectividade entre os problemas que observamos nas vertentes e os problemas que encontramos nos rios não é direta. Mecanismos complexos de conectividade entre vertentes e rios controlam o comportamento hidrossedimentológico das "bacias hidrográficas". O estudo da variabilidade da produção de sedimentos tem contribuído para a compreensão dos fatores controladores dos processos erosivos e do transporte de sedimentos e poluentes nas bacias hidrográficas. (MINELLA; MERTEN, 2011, p. 424).



Ainda em consonância com os autores citados anteriormente, é fundamental identificar e quantificar as fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica, uma vez que contribuem para a descrição dos processos de ligação entre fundo de vale e vertente e, conseqüentemente, para o planejamento do uso e manejo dos recursos naturais.

No que se refere à erosão fluvial, cujos mecanismos são de desagregação, transporte e deposição, urge acrescentar que esses processos não podem ser tratados separadamente, pois “são interdependentes dentro de relações constantemente mutáveis do fluxo e da carga existente. (...) Eles alternam-se com o decorrer do tempo de acordo com a velocidade do fluxo” (SUGUIO; BIGARELLA, 1979, p. 27).

Em concordância com o que foi apresentado, Suguio e Bigarella (1979, p. 29-30), explanam que:

A maior parte dos detritos originados pela intemperização das rochas é transportada para o mar em várias etapas pela ação dos rios. As correntes fluviais carregam a carga sedimentar de diferentes maneiras, conforme a granulação das partículas e as características inerentes as próprias correntes [...]. A relação da secção do canal com a velocidade de fluxo determinará o tamanho máximo do material que pode ser movido (competência do rio) e o volume de carga transportada (capacidade do rio).

Conforme os autores mencionados, carga é a quantidade de material transportado que pode ocorrer em suspensão, denominada de carga suspensa ou carga de sedimentos em suspensão ou carga de fundo. A carga suspensa é constituída por partículas pequenas, argila e silte, que devido ao tamanho, são conservadas em suspensão na água em fluxo turbulento. Já a carga de fundo ou carga de leito, que ocorre ao longo do leito do rio, é formada por partículas maiores, com granulação de areia, cascalho ou fragmentos de rocha que deslizam ou saltam no decorrer do leito.

As atividades relacionadas ao aproveitamento econômico desses sedimentos fluviais, principalmente no que tange a carga de fundo, “podem envolver remoção total de certas camadas sedimentares ou extração de fluidos contidos nos poros, deixando neste caso, as camadas sedimentares intactas” (SUGUIO; BIGARELLA, 1979, p. 156). Importante destacar que existem outras maneiras de obtenção de areia além das de origem fluvial, como por exemplo, as retiradas de barranco, cujos ambientes de formação podem ser dos mais diversos: eólicos, lacustres, marinhos, entre outros.



## **PROCESSOS EM VERTENTE, USO DA TERRA E COMPROMETIMENTO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS FLUVIAIS**

Segundo Rodrigues (1988), os problemas ambientais dizem respeito as formas como as sociedades se apropriam da natureza. Em conformidade com a autora citada, Suertegaray (2006) aponta que pensar o ambiente como um conceito que permita aos geógrafos operar uma dimensão das múltiplas dimensões do espaço geográfico é fundamental, já que a análise do ambiente envolve a sociedade como produto e produtora de várias tensões ambientais. Assim, é preciso:

Compreender a dinâmica das relações societárias com a natureza, não separar o tempo do espaço que é produzido socialmente. E não separar também a natureza da sociedade, o que significa compreender a diversidade social e as formas pelas quais a sociedade se apropria e transforma esta natureza e produz o espaço social (RODRIGUES, 1988, p. 16).

Souto e Crestana (2000) destacam que o planejamento de uso da terra em bacias hidrográficas deveria ter como base a identificação de áreas agrícolas suscetíveis aos processos erosivos, visto que a avaliação de sistemas integrados de manejo do solo e culturas em microbacias é campo ideal para essa investigação, uma vez que a qualidade final das águas dos rios é o reflexo das atividades humanas ali desenvolvidas.

Neste sentido, serão consideradas neste trabalho as fontes de poluição não pontuais dos cursos d'água e, por conseguinte, dos sedimentos presentes neles, já que são produzidas a partir dos processos em vertente. De acordo com Cardoso (2011), estas fontes estão associadas a atividades de uso do solo, atingem os cursos d'água principalmente pela ação das águas pluviais e a descarga destas águas poluídas é difícil de ser identificada, geralmente ocorre em uma área maior, ou em diversos pontos, recorrentemente acaba na drenagem pluvial.

Ante ao exposto, torna-se fundamental compreender o comportamento dos processos em vertente diante de cada uso da terra identificado no recorte da bacia hidrográfica, para então avaliar o comprometimento do curso hídricos e dos sedimentos ali presentes.

Por sua vez, o transporte e sedimentação desses materiais dependem da rocha de origem, matéria orgânica, da cobertura vegetal, do escoamento, do regime de chuvas e da



dinâmica do fluído, água (ARAÚJO et al., 2020) (QUADRO 1). Santos e Silva (2016) também afirmam que a dinâmica sedimentológica depende da alteração do uso e ocupação da terra, cabendo o uso de recursos cartográficos para predizê-los e mesmo propor políticas de mitigação e recuperação dos quadros de degradação.

**Quadro 1.** Fatores interferentes da produção de sedimentos em bacias hidrográficas.

<b>Fatores</b>	<b>Formas de interferência na produção de sedimentos em bacias hidrográficas.</b>
Clima	O clima influencia a produção de sedimentos por meio das características da precipitação (volume, intensidade e frequência), isto é, as características da precipitação irão determinar, principalmente, a magnitude da produção de sedimentos.
Características fisiográficas	A fisiografia da bacia (declividade do terreno, atributos do solo, características da rede de drenagem, etc.) determina a capacidade de transferência dos sedimentos pelas vertentes e rios.
Uso e manejo do solo	O efeito do uso e manejo dos solos sobre a produção de sedimentos tem a propriedade de atenuar ou agravar os demais fatores, ou seja, a mudança da cobertura vegetal original para o uso agrícola, por exemplo, pode modificar a produção de sedimentos em várias ordens de magnitude, em comparação com uma área não perturbada

Fonte: Morgan (2005), Verstraeten et al. (2006), Minella; Merten (2011).  
Organização: autores.

Desta forma, os processos em vertente, potencializados pelos diferentes usos da terra, urbana ou rural, geram forte pressão sobre o sistema solo e água. Portanto, o manejo de uma bacia, se conduzida de forma inadequada, terá como resultado solos, água e uma sociedade degradada.

## **METODOLOGIA**

A elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra da área de estudo, de 1985 a 2015, foram realizadas através do SIG ArcGis 10.3. Nele, as imagens de satélite do Landsat 5 (sensor TM, bandas 3, 4 e 5) e do Landsat 8 (sensor OLI, bandas 4, 5 e 8) foram georreferenciadas, a partir de pontos de controle no terreno. Na sequência, iniciou-se a



classificação supervisionada, a qual é feita a partir da associação de pixels da imagem a um conjunto de rótulos que descrevam a característica real predominante de cada pixel (vegetação, água, solo, etc.).

As áreas de treinamento foram delimitadas de acordo com os usos identificados na imagem e com o Manual de uso da terra (IBGE, 2013): pastagem, água continental, silvicultura e cultura temporária. Após identificar estes quatro usos na imagem, criaram-se as assinaturas e depois foi aplicado o método da máxima verossimilhança disponível no ArcGis. A última etapa consistiu na organização do layout do mapa.

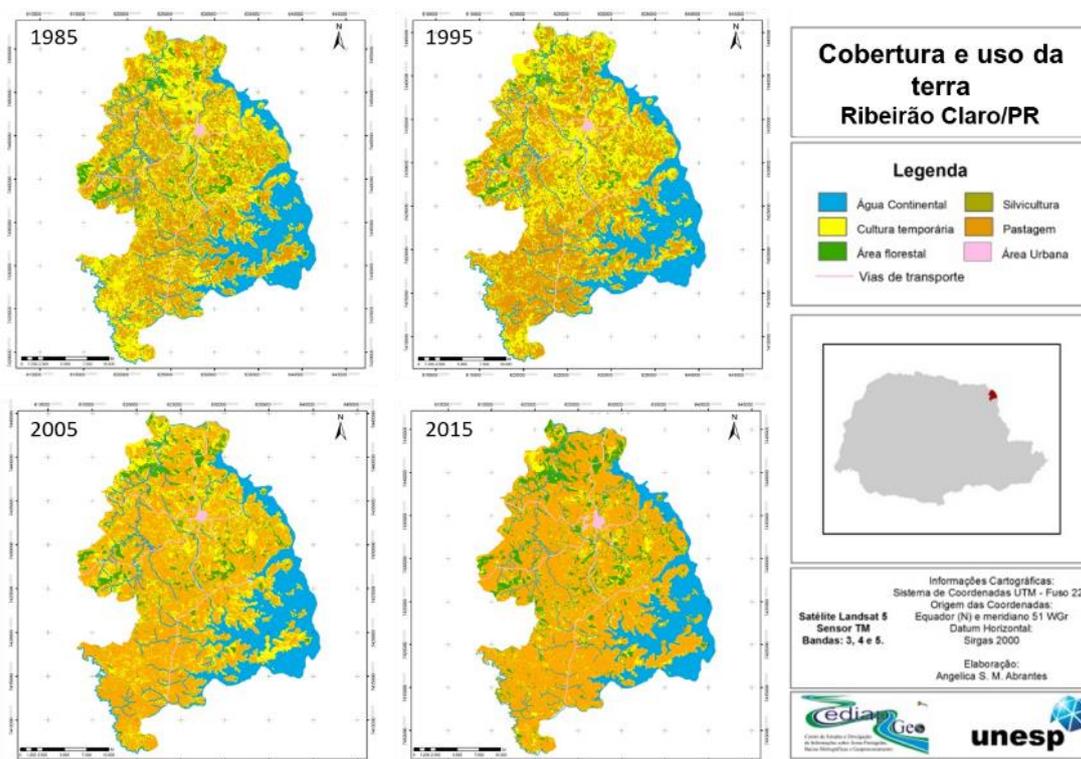
Com os mapas de cobertura e uso da terra e de declividade prontos, possibilitou as análises quanto aos processos em vertente diante de cada uso identificado e, principalmente, dos comprometimentos que estes podem causar nos fundos de vale.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os usos da terra refletem o processo histórico de ocupação no Brasil, que foi pautado na substituição da vegetação original por atividades agropecuárias, resultando em problemas ambientais, como redução da fertilidade dos solos e a intensificação da erosão hídrica, associados à diminuição da disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

As referidas atividades modificam a dinâmica hidrológica em razão das alterações nas características de cobertura e perfil do solo, podendo ocasionar prejuízos diversos, como erosão, assoreamento e enchentes. Na análise espacial realizada no município de Ribeirão Claro/PR, observou-se a escassez da cobertura florestal e o avanço das atividades agropastoris, principalmente da pecuária (FIGURA 3).

**Figura 3.** Cobertura e uso da terra, em Ribeirão Claro/PR (1985 a 2015).



Elaboração: Abrantes (2021).

O predomínio de pastagens, majoritariamente, degradadas, somado aos outros usos da terra potencializam os processos em vertente e, conseqüentemente, o carreamento de sedimentos aos fundos de vale. Em conformidade com Souto e Crestana (2000), o planejamento de bacias hidrográficas deve levar em consideração a identificação de áreas agrícolas suscetíveis à erosão, com o objetivo mitigar os focos e erosivos e, conseqüentemente, contribuir para a melhora da quantidade e qualidade da água disponível nos fundos de vale.

Deste modo, a relação dos problemas na vertente com os cursos hídricos não é direta e, por conseguinte, é imprescindível identificar e quantificar as fontes produtoras de sedimentos, como salientaram Minela e Merten (2011). Tendo em vista que tais fontes estão estritamente ligadas com os usos e cobertura da terra nas bacias hidrográficas.

Portanto, as mudanças no uso da terra têm implicações diretas nos recursos hídricos, que estão intimamente relacionadas com o comprometimento da qualidade microbiológica da areia. Conforme destacou Suertegaray (2006), é fundamental pensar o ambiente de forma integrada, pois tais alterações são reflexo da ocupação da terra sem considerar as suas características e fragilidades.



Sendo assim, a qualidade da areia tem relação direta com as formas de produção/reprodução do espaço geográfico, materializados nos usos da terra. O conhecimento da ocupação da terra quanto à sua natureza, localização, forma de ocorrência e mudanças ocorridas em determinados períodos, são de grande valia para a programação de atividades que visam ao desenvolvimento agrícola, econômico e social de uma região.

Os corpos hídricos ao percorrerem áreas urbanas e rurais, recebem cargas de diferentes composições, e aliado ao poder de adsorção da areia, podem potencializar sua contaminação microbiológica. Ademais, a escassez de matas ciliares, que reflete o não cumprimento da legislação, que possibilitam a chegada dos materiais carregados pelos processos em vertente aos fundos de vale; a falta de tratamento de esgoto; além da perda de solo por erosão, ou seja, os processos em vertente carregam materiais para os fundos de vale.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso da terra é um dos principais fatores controladores dos processos de vertente, que compõe as principais áreas de contribuição do aporte de sedimentos nos fundos de vale. De tal modo, realizar um planejamento e manejo adequado do uso dos recursos naturais em bacias hidrográficas é fundamental para mitigar problemas ambientais, como os focos erosivos e a qualidade da água e dos materiais dali extraídos.

A areia é um recurso mineral amplamente utilizado na construção civil, o que está diretamente relacionado com o predomínio, na maior parte do Brasil, com os padrões construtivos de alvenaria. Sabe-se da sua origem, dimensões, comportamento mecânico e das várias formas de extração, contudo, ainda são inexpressivas as pesquisas sobre os indicadores de qualidade desse material, em vista o seu amplo uso.

A presença de certos elementos, inclusive patógenos, lançados diretamente nos corpos hídricos ou transportados principalmente pela ação da água pluvial, denuncia a forma impactante negativamente que sociedade se apropria do ambiente, fato que intensifica os processos em vertente, como a erosão hídrica, com implicações diretas no fundo de vale.



## REFERÊNCIAS

ABRANTES, A. S. M. **Análise do uso da terra e suas implicações na qualidade microbiológica da areia destinada à construção civil nos municípios de Ourinhos/SP, Jacarezinho/PR e Ribeirão Claro/PR.** Dissertação (Mestrado em Geografia). 150 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2017.

ARAÚJO, A. S. et al. Proposta metodológica para coleta e monitoramento de sedimentos de fundo em corpos hídricos lânticos. Rio Branco, **Revista Uáquiri-PPGGEO**, v. 2, n. 2, p. 99-113, ano 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/Uaquiri/article/view/3645/2663>. Acesso em: 04 de jul. 2021.

CARDOSO, A. R. **Evolução urbana e o enriquecimento de sedimentos por metais-traço na Barragem Mãe d'água, sub-bacia do Arroio Dilúvio, RMPA/RS.** Dissertação (Mestrado em recursos hídricos e saneamento ambiental) 87 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FILA, J. C.; AUDIBERT, J. L.; MORALES, G. Biodeterioração de concretos e argamassas. In: **Techne**, ed. 157, abril/2010. Disponível em: <[Techno.pini.com.br/engenharia-civil/157/artigo285799-1.aspx](http://Techno.pini.com.br/engenharia-civil/157/artigo285799-1.aspx)>. Acesso em: jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual de uso da terra.** IBGE: Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: IPT, 1981.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. Monitoramento de bacias hidrográficas para identificar fontes de sedimentos em suspensão. In: **Ciência Rural**, v.41, n.3, mar/2011, p.424-432.

MORGAN, R.P.C. **Soil erosion and conservation.** Malden: Blackwell, 2005.

RODRIGUES, A. M. **A produção e consumo do e no espaço:** a problemática ambiental urbana. São Paulo: Hucitec (1988).

SANTOS, W. L.; SILVA, P. M. Análise da concentração de sedimentos em suspensão (css) em ambiente fluvial lântico no sudoeste amazônico – Acre – Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, XI. 2016, Maringá. **Anais...** Maringá, 2016, p. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/3/3-463-126.html>. Acesso em: 04 jul. 2021.

SOUTO, A. R.; CRESTANA, S. Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos como o modelo AGNPS e técnicas de SIG em uma microbacia hidrográfica. In: **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 4, n. 3, Campina Grande, Set/dez, 2000.



SUERTEGARAY, D. M. A. A problemática ambiental – Questão ambiental: produção e subordinação da natureza. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS, E. W. C. (orgs.). **Panorama da geografia brasileira 2**. São Paulo: Anablume, 2006.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SUGUIO, K. BIGARELLA, J. J. **Ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância: ambiente fluvial**. Curitiba: Editora UFPR/ADEA, 1979.

VERSTRAETEN, G. et al. The use of riparian vegetated filter strips to reduce river sediment loads: an overestimated control measure? In: **Hydrological Processes**, Chichester, v.20, 2006, p.4259- 4267.