

SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE (UGRH – 21), ESTADO DE SÃO PAULO

Gerson Salviano de Almeida Filho¹; Zeno Hellmeister Júnior²; Alessandra Cristina Corsi³; Filipe Antônio Falcetta⁴

ABSTRACT – The Peixe River Basin presents serious problems regarding water resources. These problems are related to poor land use and occupation management, inefficient housing policies, lack of resources to improve sanitation conditions, soil conservation practices, among others. In the present work for the elaboration of the erosion susceptibility map, we used the morphopedology method. This method is based on the relationship between the rocky substrate, the relief and the soils.

Palavras-Chave – Water erosion; Peixe Basin

¹ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, gersaf@ipt.br, 37674643.

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, zenohell@ipt.br, 37674643.

³ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, accorsi@ipt.br, 37674352.

⁴ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, falcetta@ipt.br, 37674096.

1 - INTRODUÇÃO

A erosão hídrica não é novidade, pois os Incas e Chineses empregavam continuamente a agricultura em tabuleiros tendo como finalidade controlar as enxurradas, evitando assim o desencadeamento dos processos erosivos hídricos. No Estado de São Paulo, as erosões vêm gerando pesados prejuízos para a sociedade, por meio da perda tanto de solos agricultáveis quanto de investimentos públicos (obras de infraestrutura ou em urbanização), como também do assoreamento dos cursos d'águas.

A Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe apresenta graves problemas referentes aos recursos hídricos, sendo grande parte deles decorrentes da má gestão do uso e ocupação do solo tanto na área rural como na área urbana, de políticas habitacionais ineficientes, da falta de recursos para melhoria das condições de saneamento, práticas de conservação do solo, entre outros. Como consequência das intervenções antrópicas sem planejamento adequado, intensifica-se o desenvolvimento ou a aceleração de processos erosivos hídricos, principalmente nas áreas de expansão urbana que ocorre normalmente nos terrenos menos favoráveis à ocupação, configurando um quadro crítico quanto à degradação dessas áreas. Tal situação provoca a produção de grande quantidade de sedimentos que contribuem para o assoreamento de cursos d'água e reservatórios de abastecimento e, conseqüentemente, favorecendo a ocorrência de inundações em áreas urbanas com índices de chuvas menores, além de comprometer a quantidade e qualidade dessas águas. Este quadro de desequilíbrio da natureza continuará enquanto a ocupação agrícola não adotar as práticas conservacionistas adequadas e respeitar a capacidade de uso das terras; e enquanto na área urbana as expansões e ocupações não forem planejadas e não tiverem o adequado conhecimento do meio físico, dos recursos da água, do solo e clima, e das suas potencialidades e limitações.

O presente artigo está voltado essencialmente à erosão hídrica acelerada, que se manifesta em toda a bacia hidrográfica do rio do Peixe na forma de erosão linear, representada pelos sulcos, ravinas e boçorocas. A finalidade do projeto que resultou neste artigo foi subsidiar e priorizar os estudos de planejamento a serem realizados pelo Comitê de Bacia do Rio do Peixe, para adoção de medidas preventivas e corretivas quanto aos processos erosivos, para a melhoria da quantidade e qualidade das águas, minimizando os impactos ambientais futuros nos recursos hídricos.

2 - CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio do Peixe corresponde à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Peixe – UGRHI 21 (Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei 7663/91). Possui uma

área de 10.769 km², da qual fazem parte 38 municípios. Com uma população de cerca 450.000 mil habitantes, onde as principais atividades econômicas nas áreas urbanas estão diretamente relacionadas com os setores de serviços e comércio, nas áreas rurais predominam a pecuária e também uma forte expansão da agroindústria de cana. Dos 38 municípios, Marília se destaca e é considerada como um Polo Regional e onde se concentra grande parte das atividades industriais, principalmente do segmento alimentício (Figura 1).

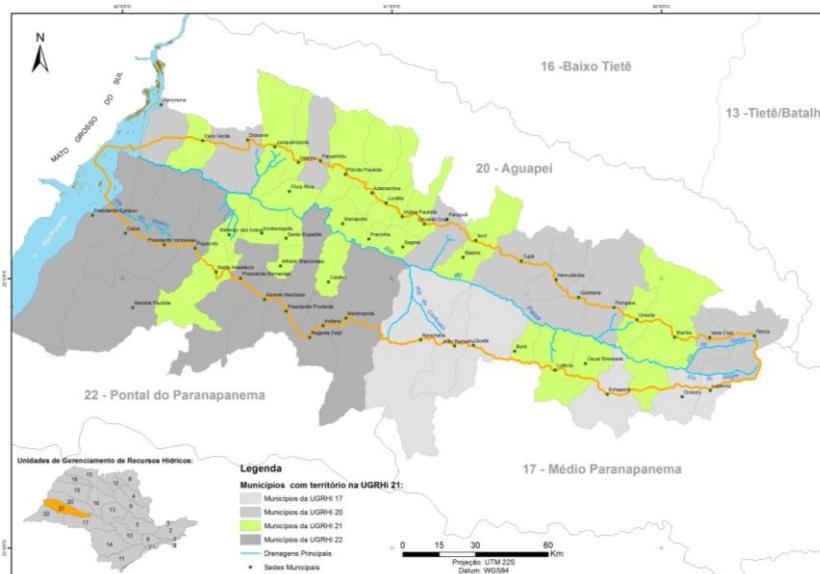


Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe (UGHRI – 21) (Fonte: IPT, 2017).

Este trabalho aborda um quadro amplo da erosão pluvial acelerada, que se desencadeia em toda a UGRHI 21, na forma de erosões lineares (sulcos/ravinas e boçorocas). A ocorrência destes fenômenos mostra-se sempre marcada por graves perdas econômicas e sociais. Tal fato se deve à expansão da ocupação em determinadas áreas onde critérios técnicos não foram considerados, de maneira a evitar ou minimizar estes processos, principalmente, a questão do meio físico (pedologia, geomorfologia, geologia e as questões pluviométricas). O relevo, pedologia, substrato geológico, que dominam na UGRHI-21 favorecem a ocorrência de processos gravitacionais relacionados ao escoamento de águas pluviais nas encostas e nos fundos de vale. Considerando as características do meio físico, foi elaborado o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (Figura 2), com base em dados e informações obtidos no período de 1985 a 1997, pelo IPT, no âmbito do Convênio com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, no Programa “Orientações para o Combate à erosão no Estado de São Paulo”. Programa este que identificou as áreas com maior potencial ao desenvolvimento de processos erosivos, para subsidiar ações de governo no sentido do controle deste importante processo para o gerenciamento das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, produto considerado referência junto aos órgãos do Estado de São Paulo que atuam com gestão e planejamento (IPT/DAEE, 1997). De acordo com o Mapa de Erosão do Estado

de São Paulo, a UGRHI-21 está predominantemente inserida nas Classes I e II, respectivamente Muito Alta e Alta de suscetibilidade à erosão.

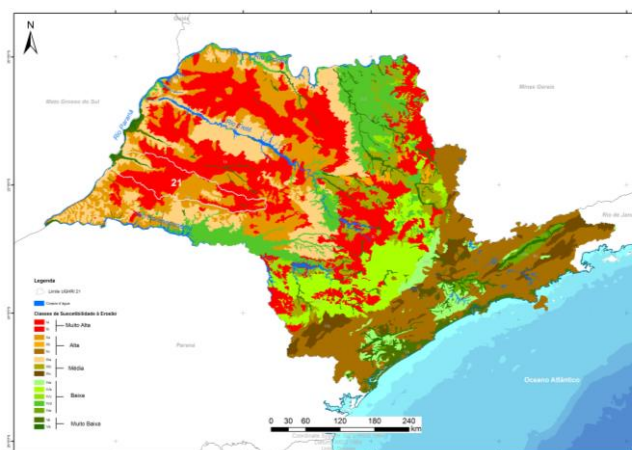


Figura 2 - Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (Fonte: IPT/DAEE, 1997).

Na Bacia do rio Peixe, foram cadastradas 165 erosões lineares urbanas (76 ravinas e 89 boçorocas ou voçorocas) e 6.825 rurais (1.461 ravinas e 5.364 boçorocas) o que corresponde a 17,12 % de todas as erosões de São Paulo (IPT, 2012). Estes processos ocorrem, prioritariamente, em áreas de muito alta suscetibilidade à erosão (Classe I).

3 - MÉTODO

A elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão foi utilizada um método baseado na análise integrada do meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia) e também correlacionando com o mapa de declividade para caracterizar as áreas com maior ou menor suscetibilidade. A declividade revela relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética. Assim quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética e maior é a velocidade das massas de água e sua capacidade de desenvolver erosão e o transporte de sedimentos. As atividades desenvolvidas para a elaboração do presente artigo foram (Figura 3):

- Revisão bibliográfica: a compilação bibliográfica baseou-se no levantamento de artigos, dissertações e teses, mapas do pedológico, geológico e geomorfológico nas diversas escalas;
- Base cartográfica: em ambiente de Sistema de Informações Geográficas foram inseridas as informações de curva de nível, rede de drenagem, sedes municipais, mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa pedológicos, modelo digital de terreno, mapa de declividade e outras informações espaciais pertinentes ao trabalho;

- Fotointerpretação: a partir de imagens de satélite foram extraídas as feições erosivas na bacia do rio do Peixe;
- Mapa de suscetibilidade à erosão: foi elaborado a partir de álgebra de mapas em ambiente SIG.

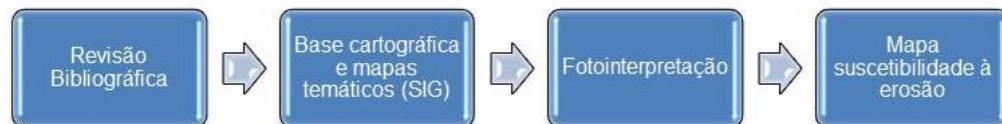


Figura 3 – fluxograma das etapas para a elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão.

4 – MAPA DE SUSCETIBILIDADE DA BACIA DO RIO DO PEIXE

Numa caracterização sintética das classes de suscetibilidade à erosão, como sendo uma classificação técnico-interpretativa que agrupa solos com características físicas e químicas (espessura do horizonte, cor, textura, estrutura, permeabilidade, porosidade, retenção de água, profundidade efetiva) e risco de erosão, com vistas à obtenção de classes homogêneas de terras, definidas conforme a sua suscetibilidade à erosão. No trabalho para a definição da suscetibilidade à erosão, utilizou-se o método da morfopedologia que é a relação entre o substrato rochoso, o relevo e os solos, definidos por Castro e Salomão (2000). De acordo com esses autores, a abordagem morfopedológica vem sendo pensada, testada e aprimorada há algum tempo. Salomão (1994, apud. IPT, 2017) e Castro (2005) adaptaram a pesquisa de Ab’Saber (1969, apud. IPT, 2017) sobre comportamento de compartimentos morfopedológicos face à erosão linear em áreas urbanas e rurais. As áreas suscetíveis à erosão funcionam como fonte de sedimentos que são transportados pelas águas da chuva (escoamento superficial) e têm como destino final os leitos de córregos e rios, causando o fenômeno de assoreamento, o qual, por sua vez, contribui com a alteração dos processos de inundação. Para a elaboração do mapa de suscetibilidade em SiG foi aplicada uma álgebra de mapas considerando o mapa de solos e a declividade. Após esse cruzamento foram definidas quatro classes de suscetibilidade: Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA).

O Mapa de Reconhecimento Pedológico da Bacia foi elaborado a partir da análise integrada do relevo (Mapa de Declividade), da geologia, das descrições dos perfis de solos, dos resultados dos ensaios físicos e químicos, executadas em amostras representativas dos horizontes pedológicos, e das interpretações de fotografias aéreas na escala 1:25.000 (IBC, 1971). Os tipos de solos mapeados foram classificados conforme as orientações do “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos” definida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2018). As associações pedológicas que predominam na área de estudo, são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Eutróficos abruptos ou não, Horizonte A moderado com textura arenosa média em relevo suave ondulado, ocupando cerca de 80% da área da bacia (PVA1 + PVA3). Os

Argissolos apresentam gradiente textural entre os horizontes A e B, tornando-os altamente suscetíveis a erosões e sua rocha-mãe compreende os arenitos das formações Rio Paraná, Santo Anastácio, Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente e Marília. Ocorre em relevos constituídos por colinas médias, morrotes alongados e espigões e secundariamente em áreas de transição de colinas amplas a colinas médias. Os Argissolos ocupam maior área da bacia, estendendo-se desde suas cabeceiras até proximidades de Presidente Venceslau e Ouro Verde. Apresenta alta/muito alta suscetibilidade às erosões laminares e lineares quando associados a colinas médias e morrotes alongados e espigões. Em colinas amplas, apresentam moderada a alta suscetibilidade às erosões. A **Tabela 1** apresenta as classes de suscetibilidade à erosão resultantes da integração das classes de solos com a declividade.

Tabela 1- Classes de suscetibilidade à erosão da bacia (B – Baixa; M – Média; A – Alta e MA – Muita Alta).

ASSOCIAÇÃO DE SOLOS	CLASSES DE DECLIVIDADE					
	A (0 a 3)%	B (3 a 6)%	C (6 a 12)%	D (12 a 25)%	E (25 a 50)%	F >50 %
	CLASSES DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO					
PVA-1	A	A	MA	MA	MA	MA
PVA-3	A	A	A	MA	MA	MA
PVA-2	B	M	A	MA	MA	MA
LV-1	M	M	A	A	MA	MA
LV-2	M	A	A	A	MA	MA
RQ-1	M	A	A	MA	MA	MA
RL-1	B	M	A	A	MA	MA
GX-1	B	B	B	B	B	B

4.1 - Classe de Suscetibilidade Baixa

Agrupam áreas planas, declividades menores que 3% associadas principalmente às planícies aluviais das principais drenagens, predominando solos da associação Gleissolos – GX1, Argissolos Vermelho-Amarelo – PVA2 e Neossolos Quartzarênicos - RQ1, praticamente livres de erosão. São áreas que prevalecem os processos de sedimentação/acumulação nas quais são comuns as ocorrências de assoreamentos e inundações. Podem ocorrer processos de erosão fluvial nas margens dos cursos d'água (solapamento) ao longo do rio do Peixe e seus afluentes.

4.2 - Classe de Suscetibilidade Média

Nesta classe agrupam as áreas com relevo suave ondulado, declividades inferiores a 6%, predominando solos da associação Latossolos Vermelhos Argissólicos - LV1 e LV2. Esta classe diferencia-se da anterior por apresentarem solos diferentes em classes de declividade mais

elevada. Em função dessas características, a erosão laminar é moderada nas encostas que também apresentam sulcos e ravinas.

4.3 - Classe de Suscetibilidade Alta

Agrupam nesta classe as áreas com relevo ondulado/suave ondulado, predominando declividades superiores a 12%, predominando solos da associação Argissolos Vermelhos - PVA1 e PVA3. Esta classe diferencia-se da anterior por apresentarem solos diferentes em classes de declividade mais elevada. Em função dessas características, a erosão laminar e linear é acentuada.

4.3 - Classe de Suscetibilidade Muito Alta

Esta classe agrupa as áreas com relevos de Morrotes Alongados, encostas não escarpada e escarpas, na qual se desenvolvem predominantemente solos pouco profundos (Argissolos abruptos, Cambissolos e Neossolo Litólicos), predominando declividades superiores a 50%. Em geral apresenta um relevo muito dissecado, favorecendo a concentração do escoamento superficial e provocando o surgimento de feições erosivas lineares (ravina e sulco) e a erosão laminar muito intensa. Nas áreas de afloramentos rochosos em relevos de morrotes e escarpas, em declividades superiores a 50% ocorrem escorregamentos planares de solos, rocha e queda de blocos. A Figura 3 representa, de forma reduzida, o Mapa das Classes de Suscetibilidade à Erosão da bacia hidrográfica do rio do Peixe.

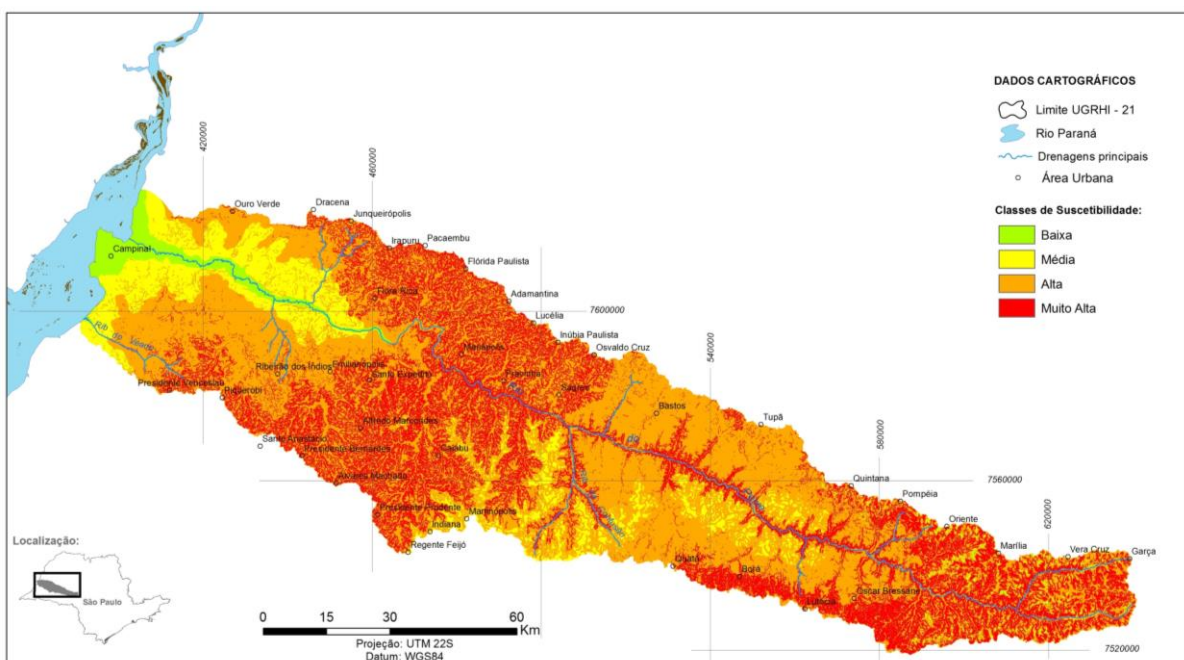


Figura 3 – Mapa da Suscetibilidade à Erosão da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe (IPT, 2012).

5 - ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Os processos erosivos na bacia do rio do Peixe tem como causa principal a ação antrópica inadequada, favorecidos por certos fatores naturais, principalmente relacionados à cobertura pedológica, relevo e, de modo indireto, ao tipo de substrato geológico. Como já referido, o agente deflagrador principal é a água de escoamento superficial que, na forma de fluxo concentrado, remove o solo superficial e de alteração e, na área de expansão urbana, a retirada desse solo superficial induz o desenvolvimento de canais, que podem evoluir remontante, quando sob interferência das águas subsuperficiais, especialmente as do lençol freático. Do ponto de vista econômico, os processos erosivos em questão acarretam perdas consideráveis de áreas produtivas, tais como pastagens e culturas diversas. Além disso, geram danos ambientais sérios, pois vêm assoreando de forma considerável trechos da drenagem a jusante. Assim, as áreas da bacia que apresentam as maiores suscetibilidade à erosão do solo deverão ser objeto de mapeamentos de maior detalhe, a fim de subsidiar os estudos de planejamento e viabilizar projetos de práticas conservacionistas, minimizando os impactos ambientais futuros. Cabe destacar a importância desse estudo para o Comitê da Bacia do rio Peixe para o planejamento e investimentos em relação aos processos erosivos e assoreamento.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRO, S. S. de. *Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: Distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual*. Revista do Departamento de Geografia, 17. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 2005. p. 38–60.
- CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. *Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas*. GEOUSP, n. 7. São Paulo: Depto. Geografia/USP, 2000. p. 27-37
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Humberto Gonçalves dos santos et al. 5ª edição. rer. e ampl. - Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Mapa de potencialidade das terras à produção de sedimentos: Área piloto: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe (UGRHI 21)*. São Paulo: IPT, 2017. (Relatório Técnico 149.680-205).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 2012. (Relatório Técnico 131.057-205).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo - Síntese*. São Paulo: IPT/DAEE, 1997. (IPT. Relatório, 36 071)