

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

INCREMENTO DA VARIÁVEL USO DO SOLO NA ANÁLISE RELATIVA À EROSÃO DA METODOLOGIA MMA

*Régis Leandro Lopes da Silva*¹; *Daniel G. Allasia Picilli*²; *Geraldo Lopes da Silveira*²;

*Damáris Gonçalves Padilha*³; *João Francisco Carlexo Horn*¹

Resumo – Conhecer os processos erosivos é de fundamental importância para a tomada de decisão com relação a minimização dos impactos que esses processos podem acarretar. Os impactos não são somente locais, uma vez que o carreamento de partículas pode afetar os cursos d'água a jusante das áreas erodidas. Além do assoreamento dos rios, estes sedimentos podem ter associados nutrientes ou poluentes que modificarão as condições naturais dos cursos d'água. O objetivo do trabalho é avaliar o incremento da variável uso do solo na metodologia do MMA (2009) para a análise da fragilidade ambiental referente ao aspecto relativo à erosão, aplicada a uma bacia afluenta a um trecho de vazão alterada. Foi aplicada a metodologia como ela é originalmente, tendo como entrada as variáveis tipo de solo e declividade, e, posteriormente, foi acrescentada a variável uso do solo. Foram observadas diferenças significativas nas áreas, quanto a fragilidade, quando utilizado o uso do solo como parâmetro de entrada. Visto que esta variável é de fundamental importância na caracterização do processo erosivo em metodologias tais como a MUSLE, os resultados mostraram uma melhor caracterização das reais fragilidades com o acréscimo desta variável, sem que a premissa de parcimônia da metodologia MMA fosse significativamente alterada.

Abstract – The knowledge about erosion processes is very important for the decision making in order to minimize the impacts of these processes. The impacts are not only locally, but the transport of particles also can affect the watercourses downstream of the eroded areas. In addition to the siltation of rivers, these sediments may have associated nutrients or pollutants that modify the natural conditions of waterways. The study aims to evaluate the increment of the variable land use in the methodology of MMA (2009) for the analysis of environmental fragility for the aspect of erosion, applied to a basin that in turns contributes to a Dam controlled reach. The MMA methodology was applied as originally conceived, having as input variables soil type and slope, and was later applied with the increment of the variable land use. Significant differences were observed when land use was used as input parameter. As this variable is one of the principal components of erosion, as suggested for example by MUSLE equation, the results clearly shows an increase in MMA results quality including this parameter without compromising the parcimony required by MMA methodology.

Palavras-Chave – fragilidade, erosão, MMA

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFSM, Av. Roraima nº1000 Cep 97105-900 E-mail: regisllsilva@gmail.com

² Professor adjunto da UFSM, DESA, Av. Roraima nº1000 Cep 97105-900

³ Doutoranda do Progr. de Pós-Graduação em Eng. Florestal, UFSM, Av. Roraima nº1000 Cep 97105-900

INTRODUÇÃO

A maioria dos impactos ambientais existentes são causados pela reunião de diversos fatores que favorecem o seu acontecimento. Cada fator tem a sua característica e a sua importância no processo total. Porém se queremos analisar um determinado impacto, nos deparamos sempre nos mesmos problemas, como e quais parâmetros de avaliação utilizar e como dar um valor para cada um deles. Com o intuito de facilitar este tipo de análise surgiram várias metodologias que se valem da atribuição de índices e pesos para cada parâmetro de entrada, afim de obter um resultado final, integrando todos os parâmetros. Dentre algumas das muitas metodologias que utilizam índices podemos citar por exemplo, a metodologia USLE (WISCHMEIER & SMITH, 1978) para perda de solo, as metodologias DRASTIC (ALLER et. al., 1987) e GOD (FOSTER & HIRATA, 1988) para águas subterrâneas.

Portanto, a análise da fragilidade à impactos ambientais pode ser desenvolvida baseada em metodologias que utilizem o cruzamento de dados em forma de índices. Neste âmbito, vários trabalhos vem sendo desenvolvidos ao longo dos últimos anos. Silveira & Cruz (2005) organizaram um estudo sobre fragilidades ambientais para o inventário de barragens de irrigação na parte norte do Rio Grande do Sul. Atualmente está em andamento o Projeto FRAG-RIO (MMA, 2009), que utiliza uma metodologia de análise integrada, que tem como ferramenta a atribuição parcimoniosa de índices e pesos para a avaliação da fragilidade a impactos ambientais, dando apoio as diretrizes orientadoras para o licenciamento ambiental de empreendimentos na bacia do Rio Uruguai (MMA, 2009).

Dentro da metodologia proposta pelo MMA, são analisados separadamente os meios físico, antrópico e biótico. Dentro do bloco físico são analisados os aspectos referentes à geologia e geomorfologia, estabilidade de encostas, fragilidade a erosão, áreas de mineração e contaminação das águas. Na análise da fragilidade à erosão são levados em consideração as características de solo, relevo e distancia dos cursos d'água.

A análise dos processos erosivos além de ser de fundamental importância para a tomada de atitude em relação a conservação do solo, também pode estar ligada ao estado dos recursos hídricos. Em um trecho de vazão alterada por exemplo, se essas vazões forem menores, a capacidade de diluir cargas de nutrientes que são carregadas juntamente com as partículas de solo é reduzida, o que pode gerar alterações nas demandas de oxigênio existentes.

Além disso, se com essas alterações de vazão, forem alteradas também as velocidades de fluxo, serão afetados todos os processos de sedimentação e deposição de sedimentos. E havendo essa alteração, e, acontecendo processos erosivos nas áreas afluentes ao curso d'água, seu leito pode ser modificado drasticamente a ponto de prejudicar ecossistemas existentes no trecho de vazão alterada ou mesmo a jusante.

Com este trabalho teve-se o objetivo de avaliar o incremento da variável uso do solo na metodologia do MMA (2009) para a análise da fragilidade ambiental referente ao aspecto relativo à erosão, aplicada a uma bacia afluenta a um trecho de vazão alterada.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a bacia do Arroio das Pedras, que é afluenta a um trecho de vazão alterada (TVA) do rio Ijuí (Figura 1). A modificação no regime natural de vazões neste trecho do rio Ijuí é consequência da construção da Usina Hidrelétrica de São João, no município de Roque Gonzales-RS. Esta área, assim como este trabalho, são alvos de estudo do projeto HidroECO, projeto realizado no âmbito da FINEP.

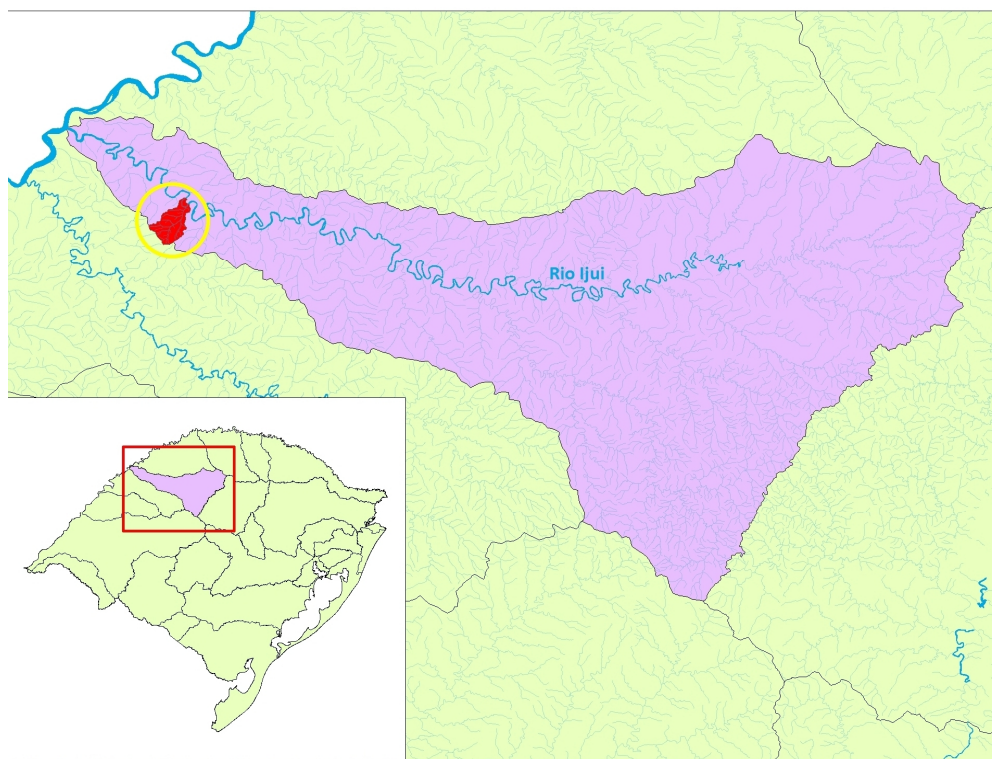


Figura 1 – Localização da área afluenta ao TVA.

Como entrada para a análise do aspecto relativo a erosão da metodologia do MMA (2009), os parâmetros utilizados são o tipo de solo, a declividade, e um incremento da fragilidade ao redor dos cursos d'água de ordem maior ou igual a 3 pela classificação de Strahler. O mapa de solos utilizado foi o da Epagri/Fepam na escala 1:250.000, de onde foram extraídas as classes de solo existentes na

bacia hidrográfica. A metodologia do MMA (2009) propõe uma atribuição de índices de fragilidade para cada classe de solo, que vão de 0 a 255, onde os índices mais baixos correspondem as áreas com maior fragilidade, como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de solo, suas classes de resistência a impactos e respectivas fragilidades adotadas

Sigla	Nomenclatura	Classe de Resistência	Fragilidade
LVaf	LATOSSOLO VERMELHO Aluminoférrico típico	A	205
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico	A	205
NVdf1	NITTOSSOLO VERMELHO Distroférrico latossólico	A	205
MTf-RLe	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO férrico típico – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico	C	102
CHa1	CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico	B	153
Cl	CAMBISSOLO HÍSTICO Alumínico típico	D	51
RLd5	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico	D	51
LBa1	LATOSSOLO BRUNO Alumínico câmbico	A	205
LVdf1	LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico	A	205
RLe1	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico	D	51
LBa2	LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico	B	153

Para a variável declividade foi utilizada imagem do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), folha SH-21-X-B obtida de Embrapa (2011). A partir desta imagem, que contém informações de elevação, foi elaborado o mapa clinográfico, utilizando as classes de declividade existentes na metodologia do MMA, que são as mesmas classes definidas pela EMBRAPA SOLOS (1999), e que para tais classes foram atribuídos índices de fragilidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de Declividade e respectivas fragilidades

Classe de Declividade (%)	Fragilidade
0 – 3	250
3 – 8	200
8 – 20	120
20 – 45	80
45 – 75	40
>75	10

Para o incremento da fragilidade ao redor dos cursos d'água foi feito um *buffer* no entorno dos cursos com classe maior ou igual a 3, conforme classificação de Strahler. Para os 500 metros próximos a margem a fragilidade era incrementada em 50%, de 500 a 1000 metros da margem a fragilidade era incrementada em 30%, e a partir de 1000 metros da margem não haviam incrementos.

O mapa final de fragilidade a erosão, conforme a metodologia do MMA, foi obtido através do produto do cruzamento dos mapas de solos e declividades, com suas respectivas fragilidades, e em

seguida feitos os incrementos nas fragilidades obtidas utilizando o *buffer* gerado ao redor dos cursos d'água.

Depois de obtido o mapa de fragilidades conforme a metodologia do MMA, foi gerado um segundo mapa de fragilidades, incluindo a variável uso do solo. O processo utilizado foi o mesmo, de cruzamento de mapas, porém com o produto de três mapas: solos, declividade e uso do solo. E depois feito novamente o incremento da fragilidade ao redor dos cursos d'água. Para a classificação do uso do solo foram utilizadas imagens do satélite Quickbird com resolução de 0,6 m que foram classificadas de forma manual. As classes de uso e as respectivas fragilidades atribuídas estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Classes de uso do solo e respectivas fragilidades.

Classes de uso do solo	Fragilidade
Floresta	220
Pastagem	140
Agricultura	30

Todas as atividades que envolvam geoprocessamento foram efetuadas utilizando o software ArcGis 10.0.

RESULTADOS

Os solos existentes na bacia foram classificados como Litossolos e Latossolos (Figura 2-a). Segundo Giassom et. al. (2005), estas classes de solos possuem variada resistência a impactos ambientais, em função de sua profundidade, textura, gradiente textural, drenagem, lençol freático, lençol suspenso, risco de inundação, suscetibilidade a erosão, relevo, declividade, aptidão agrícola e tipo de argilo mineral. Conforme a metodologia do MMA, os solos litólicos recebem o índice de fragilidade 51. Isso acontece por não serem solos estruturados, serem pouco profundos e existirem em relevos acidentados, características estas que facilitam os processos erosivos. Os Latossolos recebem índice de fragilidade 205, por serem solos estruturados, bem drenados e profundos. Apesar de serem solos com resistência alta, estes solos não são imunes a degradação, por isso não recebem um índice mais alto.

A bacia apresenta todas as classes de declividade da metodologia (Figura 2-b). As áreas que apresentam declividades entre 0 e 3% receberam índice 250, e não 255, pois solos com 35 de declividade já podem apresentar algum tipo de erosão. Da mesma forma, as áreas que apresentaram

declividades maiores que 75% receberam índice 10, e não 0, pois mesmo em declividades acentuadas os solos ainda apresentam alguma resistência aos processos erosivos.

Quanto ao uso do solo (Figura 2-c), a bacia foi classificada em floresta, pastagem, e áreas agrícolas. A bacia não apresentou áreas urbanas, dispensando assim uma classificação para esta. Para a classe floresta, não foi feita diferenciação entre diferentes tipos de florestas. Na classe agricultura foram incluídas as áreas de solo exposto observadas, pois em sua maioria se tratavam de áreas preparadas para o cultivo. A bacia incremental tem 28,1% da sua área coberta por floresta, 48,5% coberta por pastagem e 23,4% ocupada por agricultura.

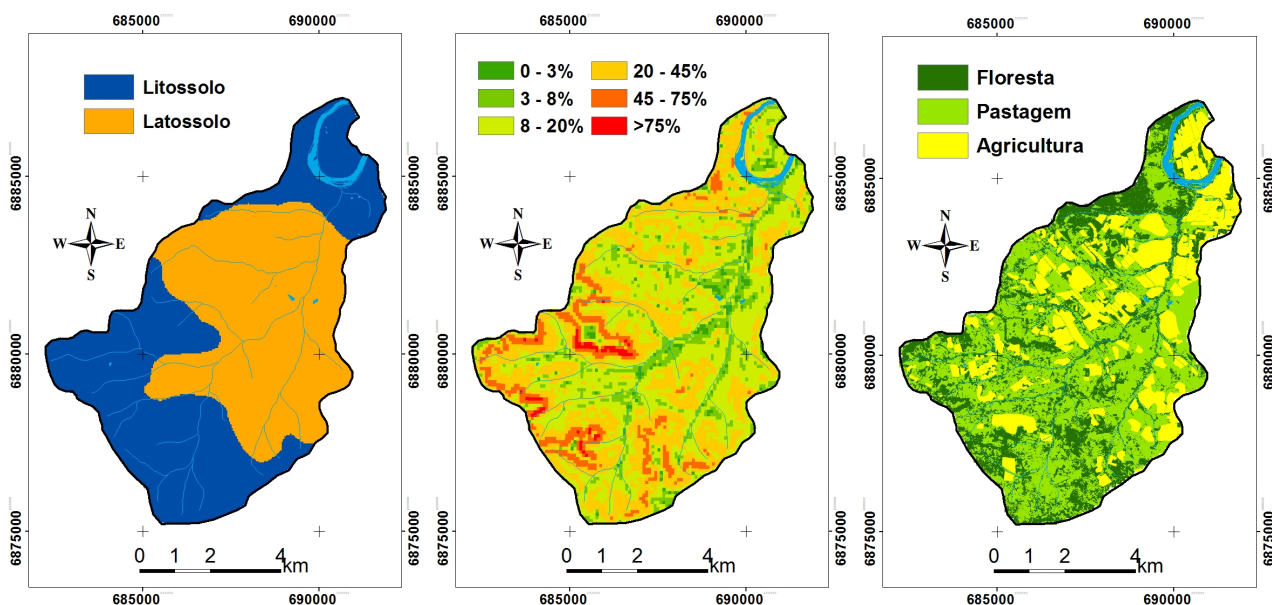


Figura 2 – Tipo de solo (a), declividades (b) e uso do solo (c) na área incremental ao TVA.

Quanto aos mapas de fragilidades gerados, nota-se que o tipo de solo é a influência que mais é observada. A existência de poucas classes de solos, e os seus valores muito divergentes são o motivo da sua forte influência no mapa final. Para o mapa que seguiu a metodologia do MMA (Figura 3-a) é possível observar que existem mais áreas com fragilidades médias e baixas, apresentando fragilidades altas apenas sobre as áreas onde à ocorrência de Litossolo.

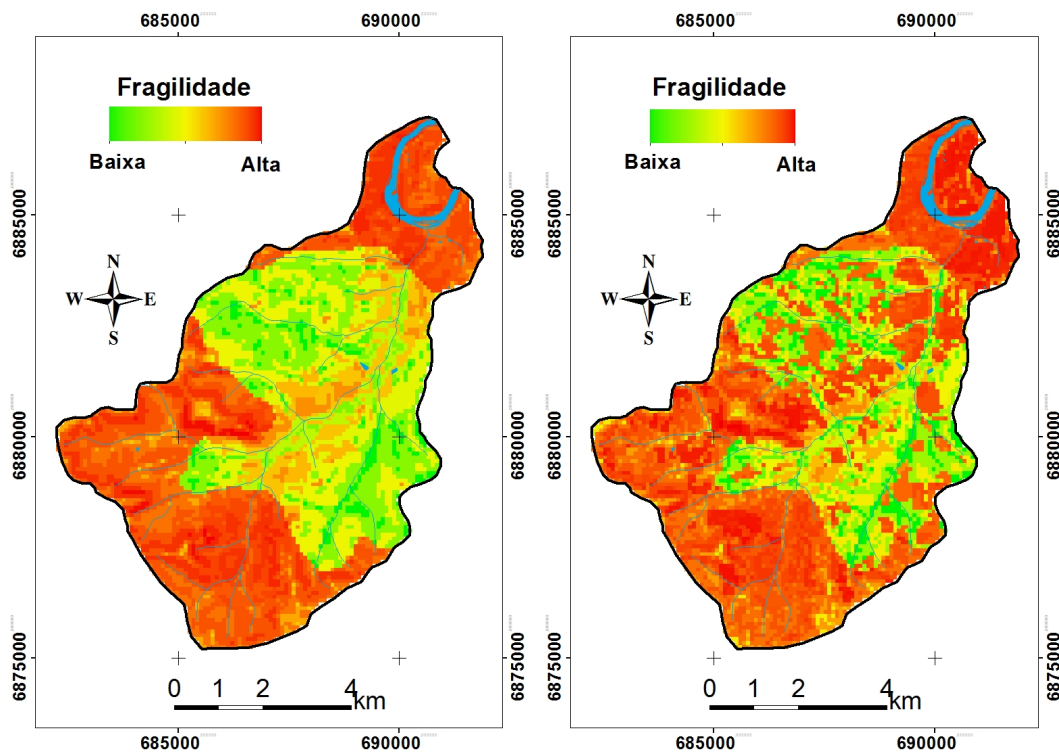


Figura 3 – Fragilidade a erosão sem o uso do solo (a) e com o uso do solo (b).

No mapa de fragilidades onde foi incrementada a variável uso do solo (Figura 3-b), observa-se uma ocorrência maior de fragilidades altas, principalmente sobre as áreas de Latossolo, o que não se observa com a metodologia do MMA. A alta aptidão agrícola dos Latossolos explica a forte ocupação destas áreas por estas culturas

O mapa que seguiu a metodologia do MMA apresentou 20,7% das áreas com fragilidade alta à erosão, enquanto o mapa que teve o incremento da variável uso do solo apresentou 41,5% da área com alta fragilidade a erosão.

CONCLUSÃO

Como foi possível observar nos mapas de fragilidades gerados, existe uma considerável diferença nos resultados finais. Com isso pode-se concluir que, se a análise está sendo feita em um local onde existam culturas agrícolas, mostra-se necessária a inclusão da variável uso do solo na análise da fragilidade à erosão, tendo em vista que os métodos de plantio muitas vezes não prezam pela garantia e manutenção das condições naturais do solo. Maiores conclusões podem ser tiradas se forem atribuídos pesos diferentes para cada variável de entrada, podendo ser analisadas as diferentes interações entre os fatores. Tais tarefas ficam como metas para trabalhos futuros, que farão parte da continuidade que se dará no âmbito do projeto.

BIBLIOGRAFIA

- ALLER, L., BENNET, T., LEHR, J.H., PETTY, R.J. (1987) *DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings*, U.S. EPA Report 600/2-85/018.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. (1999) *Sistema brasileiro de classificação de solos*, Brasília: EMBRAPA – SPI, 412p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm> Acesso em: 12 abr 2011.
- FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. (1988). *Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data*. Lima: Pan American center for sanitary engineering and environmental sciences (CEPIS), 88 p.
- GIASSOM, E.; INDA JR, A.V.; NASCIMENTO, P.C. (2005). *Relatorio final de consultoria para classificação taxonomica dos solos do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema brasileiro de classificação de solos e avaliação da classe de resistência à impactos ambientais*. Porto Alegre: FEPAM, 11p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2009). *Desenvolvimento metodológico e tecnológico para avaliação ambiental integrada aplicada ao processo de análise de viabilidade de hidrelétricas – FRAG-RIO*. Relatório: Etapa 1 convênio FINEP/UFSM/UNIPAMPA. Santa Maria: FATEC/UNIPAMPA/UFSM.
- SILVEIRA, G. L. & CRUZ, J. C., (2005). *Seleção ambiental de barragens: análise de favorabilidades ambientais em escala de bacia hidrográfica*. UFSM Santa Maria - RS, 390 p.
- WISCHMEIER, W.H. & D.D. SMITH. (1978) *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*, U.S. Dept.of Agric. AH-537.