

## IV-051 – AVALIAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS, ABIÓTICOS E ANTRÓPICOS INFLUENTES NA ESTABILIDADE DE TALUDES FLUVIAIS

**Josita Soares Monteiro**

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Engenharia Florestal pela UFSM. Doutora em Engenharia Florestal pela UFSM.

**Jussara Cabral Cruz**

Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS. Professora associada no Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

**Carine Baggiotto<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

**Damaris Gonçalves Padilha**

Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Rural da UFSM.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Roraima, nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS. e-mail: [carine.bg@hotmail.com](mailto:carine.bg@hotmail.com)

### RESUMO

A legislação ambiental brasileira prevê a delimitação de áreas de preservação permanente (APP), ao longo dos cursos d'água, em função da largura dos mesmos. Acredita-se que existam fatores mais relevantes a serem considerados como, a estabilidade dos taludes fluviais. O presente trabalho teve por objetivo estabelecer um método de escolha de indicadores para construir um modelo de fragilidades em áreas ao longo de cursos de água, um passo para apoiar o desenvolvimento de métodos de delimitação da largura de área a ser mantida vegetada ao longo de cursos d'água necessária para prover serviços ambientais. O serviço ambiental considerado neste estudo foi a estabilidade dos taludes fluviais, e por isso, para escolha dos indicadores de suscetibilidade à erosão de taludes fluviais, foram identificados fatores bióticos, abióticos e antrópicos, bem como as interações entre os mesmos, que possam ser avaliados ao longo do curso d'água e do ambiente adjacente ao mesmo. Como forma de amparar a escolha dos fatores, foi realizado um "checklist" dos fatores elencados, por meio da aplicação de um questionário a pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento. Foram atribuídos pesos para as interações, sempre observando a interação entre dois fatores de cada vez. Após obter o elenco de parâmetros e seus respectivos pesos pode-se elaborar um protocolo de avaliação rápida (PAR) das condições de suscetibilidade à erosão de taludes fluviais. O questionário foi respondido por 18 pesquisadores, os quais ao serem questionados se a largura do curso de água é o parâmetro preponderante na definição das APPs 55,6% discordaram, ou seja, entendem que a largura do curso d'água não é o principal parâmetro a ser considerado e 44,4 % concordaram, isto é, acreditam que a largura do curso d'água seja o parâmetro mais indicado para esta determinação. Pode-se concluir que a aplicação do PAR poderá ser capaz de fornecer indicativos da suscetibilidade à erosão de um talude fluvial, em função das características seção de rio sob análise.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curso d'água, área de preservação permanente, erodibilidade.

### INTRODUÇÃO

A vegetação exerce papel fundamental na proteção do solo contra os processos erosivos. Nas áreas que margeiam os cursos d'água essa proteção é exercida pela vegetação ciliar, em associação com outras características das áreas adjacentes.

Há autores que relatam a importância da densidade e do tipo de vegetação existente às margens de um curso d'água na prevenção da erosão. Abernethy e Rutherford (1999) recomendam que a largura mínima de qualquer plantação ribeirinha não deve ser inferior a 5 m medido desde a crista do talude até a planície, para se evitar a erosão e alcançar a estabilidade de taludes fluviais.

De acordo com informações da *Connecticut River Joint Commissions* (CRJC, 2012), em pequenos cursos d'água, o controle da erosão pode se dar apenas com a cobertura do talude com arbustos e árvores, ou grama, em uma faixa com largura em torno de 10 m. Já para proteger contra a erosão taludes em fluxos maiores a largura da faixa vegetada pode ser de até 15 m.

Desta forma, os estudos voltados a este fim tornam-se ainda mais relevantes neste momento em que o Código Florestal Brasileiro está tão em evidência, uma vez que passou por reformas recentes. Embora com a nova redação dada pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), conservou como parâmetro para a delimitação da área de preservação permanente (APP) a ser mantida ao longo de cursos d'água a largura destes.

Um exemplo de evolução da legislação ambiental que os formuladores do Novo Código Florestal poderiam ter seguido, é a Resolução Nº 005, de 28 de março de 2008, elaborada em conjunto pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis no Estado do Paraná – IBAMA, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA e o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, a qual define critérios para avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos, considerando a interação entre dois importantes fatores, declividade e textura do solo, para indicar que largura (m) o entorno protetivo deve possuir. Estabelece que quanto maior a declividade do solo em associação com textura mais arenosa, maior deverá ser a largura do entorno protetivo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estabelecer um método de escolha de indicadores para construir um modelo de fragilidades em áreas ao longo de cursos de água, considerando o serviço ambiental “estabilidade dos taludes fluviais”, e tendo com base fatores bióticos, abióticos e antrópicos, bem como as interações entre os mesmos, que possam ser avaliados ao longo do curso d'água e do ambiente adjacente ao mesmo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo elencaram-se alguns parâmetros bióticos, abióticos e antrópicos existentes no curso d'água e no ambiente adjacente ao mesmo, como instrumentos na identificação da influência destes parâmetros quanto indicadores da suscetibilidade à erosão de taludes fluviais, os quais seguem: vegetação, textura do solo, trecho do rio, inclinação do talude, profundidade do solo no talude, largura do curso d'água e, uso e cobertura da terra.

Como forma de amparar a escolha, foi realizado um “checklist” dos fatores elencados, por meio da aplicação de um questionário a pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento.

O objetivo desse questionário foi saber a opinião dos estudiosos quanto à adequação do parâmetro utilizado pela Legislação Brasileira (Lei Federal 12.651/2012) para a determinação da largura de área de preservação permanente a ser mantida ao longo do curso de água, bem como quanto à influência de outros fatores - aqueles que elencamos -, sobre a suscetibilidade à erosão de um talude fluvial. Para tanto os pesquisadores atribuíram pesos aos parâmetros avaliados, segundo o seu entendimento sobre a essa influência exercida pelos mesmos, conforme segue:

- peso 0 (zero) não influente: significa que determinado fator (ou a interação entre fatores) não aumenta nem diminui a suscetibilidade de erosão do talude fluvial;
- peso 1 (um) influência fraca: significa que a presença desse fator (ou a interação entre fatores) torna fraca a suscetibilidade à erosão do talude fluvial;
- peso 2 (dois) influência moderada: significa que a presença desse fator (ou a interação entre fatores) torna moderada a suscetibilidade à erosão do talude fluvial.
- peso 3 (três) influência forte: significa que a presença desse fator (ou a interação entre fatores) torna forte a suscetibilidade à erosão do talude fluvial.

- peso 4 (quatro) preponderante: significa que determinado fator (ou a interação entre fatores) é o principal a ser observado, ou seja, é o fator, que em qualquer situação exercerá influência sobre a erosão do talude fluvial.

As respostas foram avaliadas de forma a atribuir de pesos aos parâmetros, de acordo com o peso atribuído pela grande maioria dos pesquisadores.

Após obter o elenco de parâmetros e seus respectivos pesos pode-se elaborar um protocolo de avaliação rápida (PAR) das condições de suscetibilidade à erosão de taludes fluviais.

Através do somatório dos valores dos pesos atribuídos para cada categoria dos parâmetros integrantes do PAR, podem-se conhecer os valores finais máximos e mínimos que se pode chegar com o PAR. Para se definir a classe de suscetibilidade à erosão de taludes fluviais conforme o resultado do PAR, estipularam-se intervalos de classe para este resultado, as quais foram denominadas: “estável” “susceptível” e “instável”

Com isso tem-se a possibilidade de identificar a suscetibilidade à erosão de acordo com a combinação de parâmetros, podendo ser capaz de fornecer bons indicativos da suscetibilidade à erosão do talude para cada um deles.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi respondido por 18 pesquisadores, os quais ao serem questionados se a largura do curso de água é o parâmetro preponderante na definição das APPs, conforme prevê a Legislação Brasileira (Lei Federal 12.651/2012), 55,6% discordaram, ou seja, entendem que a largura do curso d’água não é o principal parâmetro a ser considerado e 44,4 % concordaram, isto é, acreditam que a largura do curso d’água seja o parâmetro mais indicado para esta determinação.

Aqueles que responderam afirmativamente à questão acima deveriam responder se estavam de acordo com a ideia de que o aumento da largura do curso d’água seria proporcional ao aumento dos problemas marginais, ou seja, maior seria a suscetibilidade de erosão do talude fluvial. Destes, 45,5% concordaram que o aumento da largura do rio evidenciava um acréscimo dos problemas marginais, enquanto 55,5% dos entrevistados discordaram dessa ideia. Entendeu-se que o percentual que concordou com essa ideia, justifica-se em uma das contribuições obtidas na questão 10, em que um dos entrevistados deixa o seguinte comentário: *“acredito que a largura seja um critério simples e eficiente para definir a largura de APP”*.

Concorda-se que para a aplicação prática, como balizador a campo, a largura do rio seja um dos parâmetros mais fácil de ser identificado para auxiliar na definição da largura de APP, embora, acredita-se que haja outros fatores, que se levados em consideração, poderiam promover uma maior proteção ao ambiente fluvial. Este ponto de vista reflete-se em Metzger (2010), o qual sugere que a conservação da biodiversidade possa ser um dos fatores mais limitantes para a definição de larguras mínimas de APP. Segundo Zakia (1998) a largura da mata ciliar prevista no código florestal embora seja adequada para a proteção física dos cursos d’água, não o é em termos ecológicos.

Já para as respostas que atribuíam pesos aos parâmetros avaliados, calculou-se a média ponderada para o número de pesquisadores que escolheu dado peso para cada parâmetro. Para o parâmetro “vegetação arbórea” o valor da média ponderada foi 4.

Assim, para o exemplo do parâmetro “vegetação arbórea” todos os pesos que tiveram menos de 4 votos, ou seja, menos de 4 pesquisadores escolheu determinado peso, esses foram desconsiderados. Sendo observados os pesos restantes para a avaliação da influência do parâmetro para compor o PAR.

Ainda para o parâmetro “vegetação arbórea”, as respostas de peso 0 e 2 determinariam a influência do parâmetro no PAR. Para auxiliar nessa definição utilizou-se a média ponderada de influência dos pesos, a qual possui valor 3 e foi a mesma para todos os parâmetros avaliados no questionário.

Assim, o parâmetro “vegetação arbórea” foi avaliado como sem influência, ou seja, não foi considerado influente na suscetibilidade à erosão do solo de um talude fluvial.

Na Tabela 1 encontram-se resumidamente os parâmetros que compuseram o PAR, as categorias de cada um e seus respectivos pesos individuais.

**Tabela 1 - Interpretação dos parâmetros integrantes do PAR e o grau de influência dos mesmos sobre a suscetibilidade à erosão de taludes fluviais.**

Parâmetros	Grau de influência				
	Não influente	Influência Fraca	Influência Moderada	Influência Forte	Preponderante
	Pesos				
	0	1	2	3	4
Vegetação	arbórea arbustiva	-	-	herbácea	inexistente
Textura do Solo	rochoso	-	-	argiloso	arenoso
Trecho do rio	-	raio interno da curva	retilíneo	-	raio externo da curva
Inclinação do talude (graus)	-	-	$\leq 30^\circ$	$> 30^\circ$ e $< 90^\circ$	$\geq 90^\circ$
Profundidade do solo no talude (cm)	-	$< 50$	Entre 50 e 100	$\geq 100$ a 150	$> 150$
Largura do curso d'água (m)	-	$\leq 10$ e entre 10 e 50	Entre 50 e 200 Entre 200 e 600 $> 600$	-	-
Uso e cobertura da terra	floresta nativa	-	floresta plantada	pastagem ou campo nativo	agricultura ou solo exposto e, pavimentos (área urbana e área construída no meio rural)

Através dos pesos atribuídos para cada categoria dos parâmetros integrantes do PAR, conheceram-se os valores finais máximos e mínimos que se poderia chegar com o PAR. Em situações hipotéticas o menor valor final do PAR seria 5 e maior valor final seria 26. O valor final do PAR é reflexo das categorias de cada parâmetro existente em dado ponto de observação.

A partir dos valores hipotéticos mínimo (5) e máximo (26), estipulou-se 3 intervalos de classe, com a amplitude do intervalo de 7 pontos entre as classes, as quais foram denominadas de “estável” (para resultado final do PAR de 5 a 12 pontos), de “susceptível” (para resultado final do PAR de 12 a 19 pontos) e, de “instável” (para resultado final do PAR de 19 a 26 pontos).

Portanto, a partir da análise das respostas do questionário, definiram-se os parâmetros que compõem o PAR, bem como se atribuiu um peso a cada um deles (Tabela 2). Analisando a variação de cada parâmetro pode-se avaliar a suscetibilidade à erosão de um talude fluvial sob dadas características.

## CONCLUSÕES

A elaboração de um protocolo de avaliação rápida (PAR) para a determinação da suscetibilidade à erosão de taludes fluviais foi realizada a partir da identificação de 7 parâmetros (vegetação, solo, trecho do curso, inclinação do talude, profundidade do solo no talude, largura do curso d'água e uso do solo) e da atribuição de pesos para definir o grau de influência de cada parâmetro na suscetibilidade à erosão. O resultado do PAR é dado a partir do somatório dos pesos dos sete parâmetros e da respectiva identificação em qual das 3 classes de suscetibilidade à erosão está cada seção de rio: “estável” (para resultado final do PAR de 5 a 12 pontos), de “susceptível” (para resultado final do PAR de 12 a 19 pontos) e, de “instável” (para resultado final do PAR de 19 a 26 pontos).

A aplicação do PAR poderá ser capaz de fornecer indicativos da suscetibilidade à erosão de um talude fluvial, em função das características seção de rio sob análise.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABERNETHY, B, RUTHERFURD, I. D. Guidelines for stabilising streambanks with riparian vegetation. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. University of Melbourne, Parkville, Victoria. September, 1999.
2. BRASIL (2012). Código Florestal Brasileiro. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm). Acesso em 07/02/2012.
3. CRJC - Connecticut River Joint Commissions. River Banks and Buffers. Introduction to Riparian Buffers. Disponível em: <http://www.crjc.org/buffers/Introduction.pdf>. Acesso em: 18/01/2012.
4. METZGER, J. P. O Código Florestal tem Base Científica? *Natureza & Conservação*. 8 (1): 92-99, July 2010.
5. ZAKIA, M. J. B. Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de matas naturais. 1998, 113 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.