

INFLUÊNCIA DA REDE RADICULAR NA RESISTÊNCIA LATERAL DAS MARGENS EM RIOS NÃO PERENES

Camilla Jerssica da Silva Santos¹
André Oliveira Trigueiro Castelo Branco²
Stéphanie Medeiros de Lima³
Kenia Karoline Sousa da Cruz⁴
Jonas Otaviano Praça de Souza⁵

INTRODUÇÃO

Em relação à resistência aos processos erosivos, a cobertura vegetal das margens, especialmente o papel radicular, pode reforçar aumentando a resistência à erosão. As margens não vegetadas podem ser cinco vezes mais susceptíveis à erosão em comparação com as margens vegetadas (POLLEN E SIMON, 2005; BAETS et al., 2008).

As raízes da vegetação tendem a unir aos sedimentos fornecendo coesão aparente adicional as margens, ajudando a distribuir as tensões e, assim, aumentando a resistência ao cisalhamento do material. As raízes das árvores podem oferecer proteção contra a erosão a poucos metros de profundidade e, como resultado, as árvores isoladas podem levar ao desenvolvimento de pilares de raízes (RUTHERFURD; GROVE, 2004), embora as árvores altas possam ser expostas ao movimento gravitacional, que podem aumentar a erosão através da ruptura do banco quando a coesão do substrato é pobre ou quando eles estão em uma posição suspensa na margem do rio (ABERNETHY; RUTHERFURD, 2001).

As raízes de estruturas arbustivas semirrígidas e herbáceas flexíveis no ambiente ripário podem ser mais capazes de proteger o substrato porque estão bem adaptadas para resistir aos efeitos desestabilizadores do fluxo e do movimento gravitacional. As taxas de erosão geralmente diminuem exponencialmente com o aumento da densidade de raízes (GYSSSELS et al., 2005), contudo nem toda vegetação é eficaz no controle da erosão. Espécies com raízes que se espalham lateralmente, mas que não penetram profundamente no solo, podem contribuir para uma maior instabilidade nas margens (HOPKINSON e WYNN, 2009).

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, camilla.jerssica@hotmail.com;

² Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, andretrigueiro.geo@gmail.com;

³ Mestra em Geografia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, stephanie_m.l@hotmail.com;

⁴ Bacharela em Geografia Universidade Federal da Paraíba - UFPB, kenia.karoline@gmail.com;

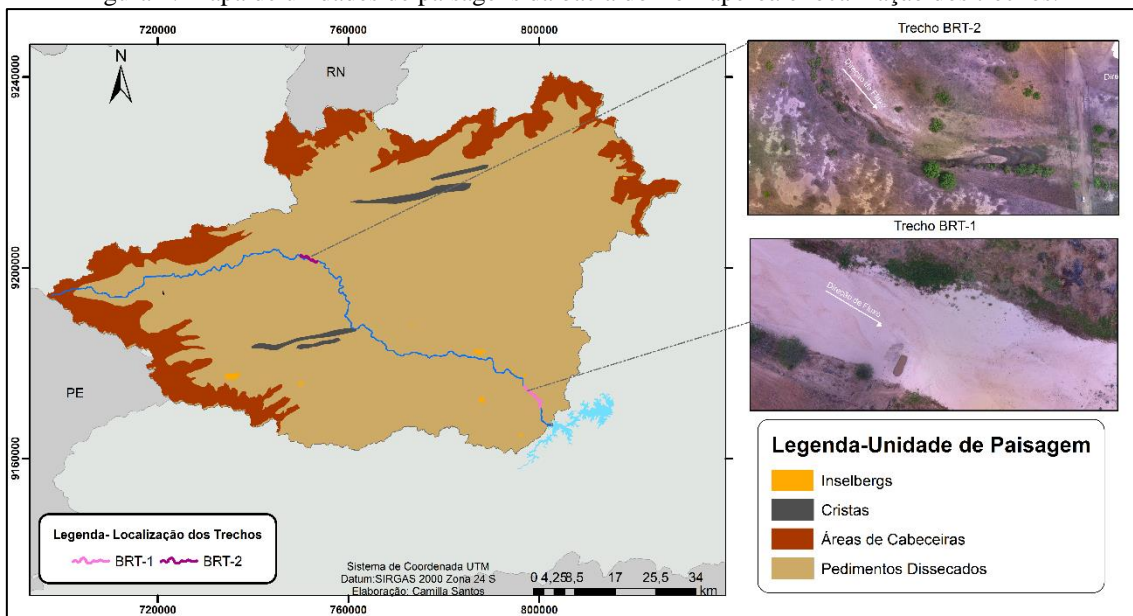
⁵ Professor Adjunto, Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, jonas.souza@academico.ufpb.br.

Este artigo analisou a influência da rede radicular em dois trechos no rio Taperoá, no qual um trecho possui predominância de espécies herbácea e arbustiva e o outro trecho apresentam solo exposto com espécie arbórea.

METODOLOGIA

A área de estudo abrange a bacia do Rio Taperoá, situada na região semiárida brasileira, conhecida como Cariri Paraibano. A bacia drena uma área de 5.667,49 km², os segmentos de análises estão localizados no rio Taperoá que possui extensão de 158 km, nasce na Serra do Teixeira e desemboca no Rio Paraíba, na barragem, Açude Epitácio Pessoa. A figura 1 mostra que a bacia do rio Taperoá está inserida no contexto das seguintes unidades de paisagem/relevo: área de cabeceira, pedimento dissecado, inselbergs e cristas, sendo os trechos em análise desse artigo (BRT1 e BRT2) estão inseridos no pedimento dissecado, tem como característica marcante superfícies suavemente planas, contendo índices altimétricos mais baixos dos compartimentos explanados. Esse varia de 600 a 360m, com a declividade variando entre o ondulado ao plano, e apresenta rochas com estruturas planares, com a predominância de metamórficas e alguns pontos marcados por rochas ígneas.

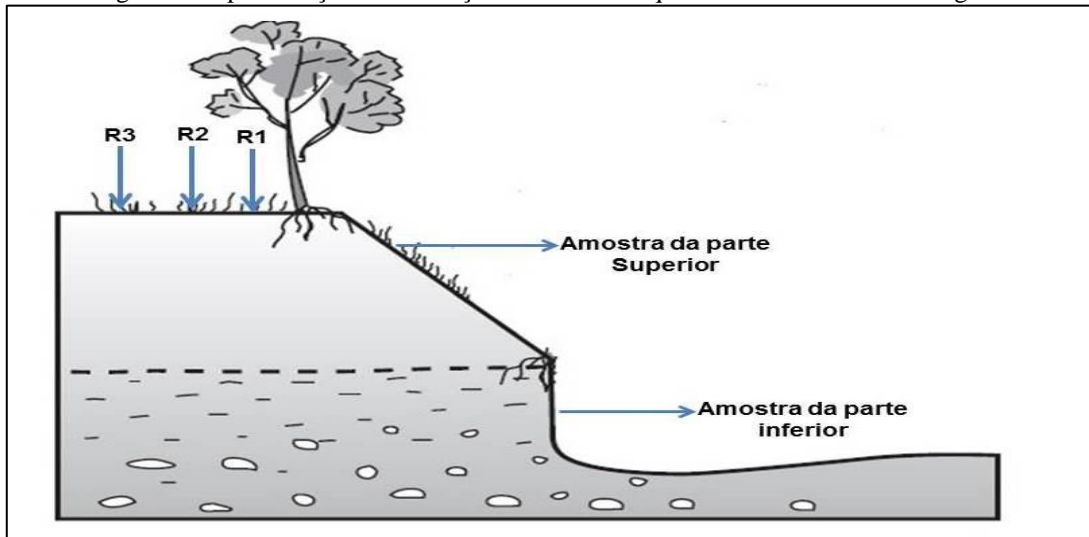
Figura 1: Mapa de unidades de paisagens da bacia do rio Taperoá e localização dos trechos.



Para alcançar o objetivo proposto para esta pesquisa, foram definidas algumas etapas metodológicas, como a análise do material das margens e a densidade de raízes. Para a constatação do material das margens e a densidade de raízes, foram coletadas amostras em campo. Como mostra a figura 2, foram realizadas três coletas para quantificar as raízes nas margens (R1, R2 e R3), com uma distância 1,5m entre cada

amostra, a profundidade variando entre dez a quinze centímetros. Já para obter as informações das análises granulométricas, foram coletadas duas amostras de cada margem analisada. Sendo uma da parte superior (a partir dos 20 centímetros do talude da margem) e inferior (a 20 centímetros antes da base da margem), com intuito de identificar algumas variações estratigráficas na estrutura das margens.

Figura 2 :Representação e localização das amostras que foram coletadas nas margens.



Fonte: Adaptado de Fryirs e Brierley, 2013

Para analisar o reforço do sistema radicular da vegetação, as amostras foram levadas para o Laboratório de Anatomia Vegetal no Departamento de Biologia da UFPB, com o propósito de identificar a quantidade de raízes, presente em cada amostra, é considerado a metodologia aplicada por Maia (2014), calculou-se (Eq.1) a densidade de raízes nas margens.

$$\text{Eq.1 } D=M/V$$

Assim, a densidade (D) de raízes nas margens foi determinada pela divisão entre a matéria seca de raiz (M) e o volume da amostra (V), e após o levantamento, foi elaborada uma matriz de grau de resistência que a vegetação está exercendo sobre as margens.

Para o procedimento de densidade de raiz, foi utilizado uma peneira de malha de 5mm, pinça, balança de precisão e sacos de papel. Foram cavados buracos de 10 cm onde foi coletado por volta de 500g de solo, as raízes contidas na amostra de solo foram peneiradas, separadas do sedimento e armazenadas em uma estufa a 60°C, por 24 horas para que a umidade pudesse ser removida. Depois de retiradas da estufa, as raízes foram pesadas e seu peso foi anotado, para que se obtivesse um quantitativo e em seguida realizar o cálculo (Eq.1).

As análises granulométricas foram realizadas a partir da separação dos sedimentos finos e grossos, no Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais (LEGAM) do departamento de Geociências da UFPB. A granulometria das areias e dos cascalhos foi realizada através do peneiramento das amostras, onde as frações de silte e argila foram dispensadas. Partes das informações obtidas foram baseadas na proposta metodológica de Gale & Hoare (1991). A separação das frações de silte e argila foi realizada a partir de análise a Laser, método a seco, com o aparelho *Particule Size Analyzer CILAS*. O analisador CILAS tem por objetivo caracterizar o tamanho e as formas das partículas, estejam elas em suspensão, emulsão ou a seco, usando dois lasers e uma arquitetura óptica de vários comprimentos, utiliza uma faixa de medição de 0,04 a 500 µm no modo úmido ou seco, com uma frequência de 50 HZ e amplitude de 55%. Desse modo, a preparação das amostras seguiu a metodologia do Laboratório de Geotecnia e Pavimentação – LAPAV do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Assim, todas as amostras coletadas foram colocadas na estufa a 80°C por 24 horas quando necessário e posteriormente foram pesadas 50g da mesma, em seguida foram postas em peneira de 250 µm, e levadas para caracterizar o tamanho e as formas das partículas através do laser.

De posse dos valores das frações: cascalho, areia, silte e argila, foram submetidos aos parâmetros estatísticos propostos por Folk & Ward (1957); as classificações dos sedimentos foram realizadas usando o diagrama de Shepard (1954) através do programa Sysgran 3.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo para a discussão dos principais parâmetros de resistência das margens, a análise da contribuição da cobertura vegetal do ambiente ripário na estabilidade de margens foi realizada por meio de coletas de amostras para avaliar e identificar a densidade de raízes em cada trecho estudado. Para cada margem, foram realizadas três coletas de amostras com uma distância mínima de um metro de cada amostra, com uma profundidade variando entre 10cm a 15cm.

A partir dos resultados de densidade de raízes das amostras, foi calculada a média de densidade para cada margem, no qual podem ser observados no quadro 1. É importante apontar que o trecho BRT-2, mesmo apresentando uma baixa cobertura vegetal nas margens (8%), teve uma média de densidade de raízes acima de 3%. Isso se justifica pelo fato desse trecho apresentar determinadas espécies arbóreas. Contudo, essas

concentrações de raízes que as espécies arbóreas proporcionam não significam obrigatoriamente uma proteção para a resistência das margens. Na figura 3, pode-se observar a distribuição das raízes na margem direita do trecho BRT-2. As espécies de grande porte influem no fator de instabilidade, pois aumentam o peso sobre a margem. O outro fator considerado é que os troncos e raízes das árvores que se encontram na margem podem aumentar consideravelmente a velocidade do escoamento e a remoção de material. No trecho BRT-1 (Figura 4), também foram identificadas essas questões na margem direita, mas, diferente do trecho BRT-2, este apresenta blocos rochosos nas margens os quais aumentam a sua resistência.

Quadro 1: Médias de densidade de raízes das amostras.

Amostras	Peso da Matéria Seca (g)	Densidade e (g/mL)	Densidade e (%)
BRT-1			
Margem Direita	6.864	11,44	2,29
Margem Esquerda	2.738	4,56	0,91
BRT-2			
Margem Direita	9.779	16,30	3,26
Margem Esquerda	5.329	8,88	1,78

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Figura 3: Distribuição da vegetação na margem direita (erosiva) do trecho BRT-2



Fonte: Acervo do autor, outubro de 2019.

Figura 4: Distribuição da vegetação e raízes no trecho BRT-1.



Fonte: Acervo do autor, outubro de 2019.

A elevada taxa de densidade de raízes presente no trecho BRT-2 aumenta consideravelmente a resistência da camada superficial. Contudo, à medida que vai se aproximando da parte inferior da margem, a densidade de raízes diminui, e, dependendo do nível do fluxo, ocorre a criação de cavidades pelo processo erosivo devido à baixa resistência do material da margem (figura 3). Em seguida, ocorre a ruptura do material da superfície, pois o peso do material suspenso excederá a capacidade resistente do material da margem.

Outro fator que contribui para a estabilidade das margens é a coesão do material sedimentar. As análises sedimentológicas, mostraram que os trechos apresentam fração de areia, sendo algumas classificadas como areia fina, muito fina e grossa. A proporção granulométrica para essas amostras varia entre 50 % e 95% de areia, enquanto as porcentagens de cascalho apresentam valores inferiores a 1% e o silte variando entre 0% a 30% (quadro 2). De modo geral, os resultados granulométricos mostram que as margens dos trechos analisados são formadas a partir de sedimento aluvial, ou seja, provenientes da dinâmica de deposição do ambiente fluvial. Essa distribuição do material na margem influencia em sua estabilidade, pois, quando o material se encontra estruturado em diferentes camadas e sujeito às mesmas ações do escoamento, os processos erosivos são acelerados devido à variação abrupta da resistência do material.

Quadro 2: Classificação, textura e hidrodinâmica dos trechos analisados

Amostras	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila	Textura	Hidrodinâmica
BRT-1						
MD- SUP	0,0	79,8	17,7	2,5	Areia fina	Muito alta
MD - INF	0,5	94,6	4,3	0,6	Areia fina	Muito alta
ME - SUP	0,1	93,1	6,0	0,9	Areia média	Muito alta
BRT-2						
MD - SUP	0,0	65,1	24,5	10,5	Areia muito fina	Alta
MD-INF	0,0	50,9	43,4	5,8	Areia muito fina	Muita alta
ME-SUP	0,9	88,4	9,4	1,3	Areia grossa	Muito alta
ME-INF	0,1	93,2	4,6	2,1	Areia média	Alta

É importante destacar que além da presença ou ausência da cobertura vegetal influencia na estabilidade das margens, o porte da vegetação tem influência na resistência das margens, como também a densidade das raízes e, principalmente, a sua distribuição pela margem podem diminuir ou aumentar os processos erosivos. Como foi mostrado nos resultados, existem trechos que apresentam uma alta densidade de raízes, porém as raízes encontram-se concentradas apenas na parte superior da margem, o que indica que a margem apresenta alguns pontos mais resistentes que outros. Ou seja, a capacidade das raízes em modificar a coesão do substrato das margens está diretamente relacionada à distribuição. Os estudos realizados por Pollen (2007) e Yu *et al.* (2020) avaliaram de forma mais detalhada essas relações nas margens no rio Tarim, no noroeste da China, e confirmaram que as raízes fornecem reforço eficaz para as margens não coesas. No entanto, os efeitos são altamente variáveis e estão diretamente relacionados aos diferentes diâmetros e distribuição da rede radicular da vegetação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a distribuição radicular apresentou maiores valores na superfície devido à maior densidade de raízes nessas camadas, concluindo-se que o material da parte superior da margem é mais resistente. Outro ponto também observado nesse estudo é que as raízes mais finas apresentam maior resistência aos processos erosivos. Para o trecho BRT-1 que apresentou uma baixa coesão do material de margem, a cobertura vegetal e a rede radicular foram os principais parâmetros que contribuíram na resistência, no entanto para o trecho BRT-2 a rede a rede radicular contribui na instabilidade.

Desse modo, a cobertura vegetal e, principalmente, suas raízes possuem uma importância fundamental no incremento da estabilidade da margem e no aumento da resistência contra as ações do escoamento, pois fornecem reforço coesivo adicional para

os materiais da margem não consolidados. Assim, é necessária a conservação do ambiente ripário, principalmente nos trechos que apresentam materiais menos coesos em suas margens.

Palavras-chave: Estabilidade; Erosão, Margens, Raízes, vegetação riparia.

REFERÊNCIAS

ABERNETHY, B.; RUTHERFURD, I. D. The distribution and strength of riparian tree roots in relation to riverbank reinforcement. **Hydrological Processes**, v. 15, n. 1, p. 63–79, 2001.

BAETS, S.D., POESEN, J., REUBENSM, B., WEMANS, J., BAERDEMAEKER, D., MUYS, B. Root tensile strength and root distribution of typical Mediterranean plant species and their contribution to soil shear strength. **Plant Soil**. vol.305, p.207–226,2008.

FOLK, R. L. & WARD, W. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, p.3-26, 1957.

GALE, S. J; HOARE, P. G. **Quaternary sediments: petrographic methods for the study of ulithified rocks**. Londres: Bethaven Press, 1991.

GYSSSELS, G. et al. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 29, n. 2, p. 189–217, 1 jun. 2005.

HOPKINSON, L. AND WYNN, T. (2009) Vegetation Impacts on Near Bank Flow. *Ecohydrology*, 2, 404-418.<http://dx.doi.org/10.1002/eco.87>

MAIA, C. E. **Método simplificado para estimativa das dimensões do bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial**. In: II Inovagri International Meeting, II Brazilian Symposium on Salinity & II Brazilian Meeting on Irrigation Engineering. Fortaleza, BR: Inovagri, p. 1674-1682, 2014.

POLLEN, N., Temporal and spatial variability in root reinforcement of streambanks: Accounting for soil shear strength and moisture. **Catena**. Vol. 69, p.197–205,2007.

POLLEN,N; SIMON, A. Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model. **Water Resources Research**, vol. 41, 2005

RUTHERFURD, I. D.; GROVE, J. R. The Influence of Trees on Stream Bank Erosion. Em: **Riparian Vegetation and Fluvial Geomorphology**. [s.l.] American Geophysical Union (AGU), 2004. p. 141–152.

SHEPARD, F. P. Nomenclature base donsand-silt-clayratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 24, p. 151-158, 1954.

YU,G.A. et al. Effects of riparian plant roots on the unconsolidated bank stability of meandering channels in the Tarim River, China. **Geomorphology**. vol.351, 2020.