



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONECTIVIDADE DE SEDIMENTOS EM NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO EM GILBUÉS, PIAUÍ

Juliana Alcântara Costa ^(a), Gláuber Pontes Rodrigues ^(a), Carlos Alexandre Gomes Costa ^(b),
José Carlos de Araújo ^(b)

^(a) Discente do Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, juliana-alcantara-costa@hotmail.com, glauberpontes@alu.ufc.br

^(b) Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, costacag@gmail.com, jcaraujo@ufc.br

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

Um conceito fundamental relacionado à compreensão da dinâmica de relações entre os componentes de bacias hidrográficas é o de conectividade sedimentológica, que refere-se à transferência de matéria e energia entre diferentes compartimentos de um sistema ambiental. O índice de conectividade (IC) foi utilizado para obter de forma espacializada a conectividade potencial em uma bacia hidrográfica inserida em um núcleo de desertificação no Piauí. Da investigação pôde-se notar que, apesar de pouco declivosa, a bacia apresenta valores mais positivos no IC em quase toda sua extensão, indicando áreas produtoras de sedimentos, principalmente nas partes altas. O IC variou de -8,9 (xx% da bacia) a 2,28 (cerca de xx%). Nas áreas mais densamente vegetadas observou-se menor propensão ao carreamento de sedimentos.

Palavras chave: Hidrossedimentologia; Sensoriamento Remoto; Produção de sedimentos.

1. Introdução

A conectividade de sedimentos é o termo utilizado para descrever o potencial para os sedimentos se moverem através dos sistemas geomorfológicos (CROKE et al., 2005; HOOKE, 2003). Esse fenômeno varia no espaço e no tempo e é importante na avaliação das ligações entre as fontes produtoras de sedimentos e as áreas de dissipação a jusante (CAVALLI et al., 2013). Os principais fatores de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

controle da conectividade estão relacionados a: (i) complexidade morfológica da captação, como relevo, rede de fluxo densidade, forma de captação, tipo de solo e rugosidade superficial (BORSELLI; CASSI; TORRI, 2008; CAVALLI et al., 2013); (ii) a organização espacial da vegetação (FOERSTER et al., 2014); e (iii) modificações antropogênicas da paisagem (PERSICHILLO et al., 2018; TAROLLI; SOFIA, 2016).

Utilizando dados de SIG, como uso e ocupação do solo e Modelo Digital de Elevação (MDE), Borselli, Cassi e Torri (2008) e Cavalli et al. (2013) introduziram um conjunto de ferramentas para a avaliação da conectividade de sedimentos. Em particular, o índice de conectividade de sedimentos foi projetado para avaliar a conectividade utilizando informações da paisagem, independentemente das características do evento. O índice de conectividade (IC) é utilizado para obter de forma espacializada a conectividade potencial em uma bacia hidrográfica.

O município de Gilbués, localizado no sul do estado do Piauí é tido como o maior núcleo de desertificação do Brasil, tanto pela extensão como pela rapidez do processo de degradação. As causas desse processo são várias, mas se deve principalmente a fragilidade natural do solo, seguida de fatores antrópicos tais como o manejo inadequado da agricultura, desmatamento, queimadas, estradas mal planejadas e garimpo de diamantes (SHEYDDER et al., 2011).

Neste contexto, objetivou-se utilizar o Índice de Conectividade de Sedimentos, na análise espacial do potencial para carreamento de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Sucuruíú, em Gilbués-PI.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

A análise foi realizada para a bacia hidrográfica do rio Sucuruíú (Figura 1), de 8.720 ha, localizada no município de Gilbués, sul do estado do Piauí, nas coordenadas 9,87° Sul e 45,37° Oeste. De acordo com a classificação climática de Köppen a bacia se enquadra no tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno). O período chuvoso na região se concentra entre os meses de outubro e março. Apresenta precipitação média anual de 913,6 mm, evapotranspiração potencial de 843,4 mm ano⁻¹ e temperaturas médias que variam de 16,9 °C



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

no mês de julho e agosto a 20 °C no mês de abril (SILVA et al., 2015). A declividade média da bacia é de 5,5%.

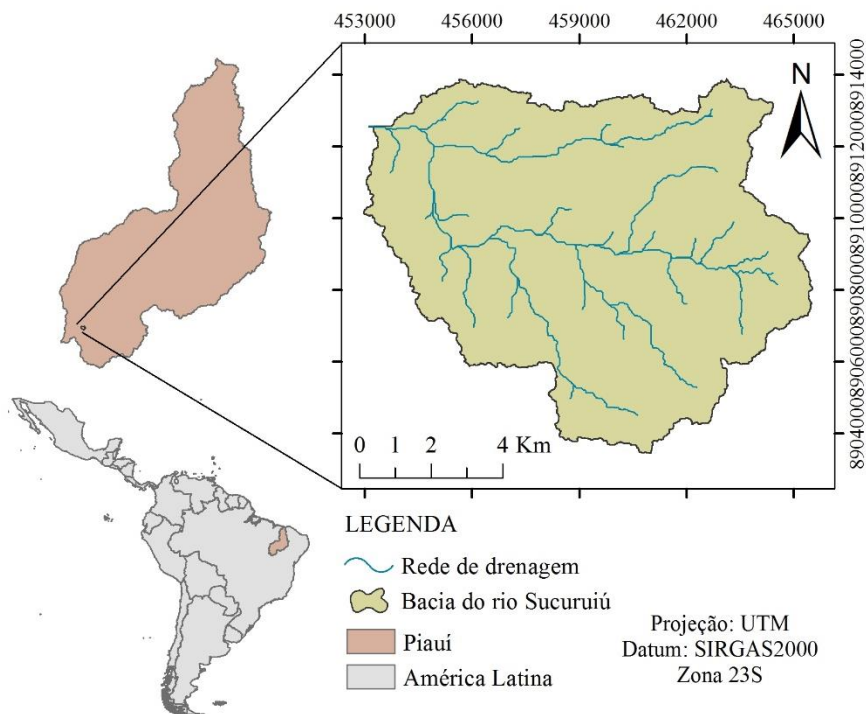


Figura 1 – Mapa de localização da bacia do rio Sucuriú

2.2. Índice de Conectividade

Utilizou-se neste trabalho o Índice de Conectividade de Sedimentos - IC, baseado em SIG, proposto por Borselli, Cassi e Torri (2008). IC é definido no intervalo de $[-\infty, +\infty]$ e a conectividade aumenta quando o IC cresce em direção a $+\infty$.

$$IC = \log_{10} \left(\frac{D_{up}}{D_{dn}} \right) = \log_{10} \left(\frac{\bar{W}\bar{S}\sqrt{A}}{\sum_i \frac{d_i}{W_i S_i}} \right) \quad (1)$$



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em que: D_{up} e D_{dn} são os componentes de conectividade de montante e de jusante, respectivamente. D_{up} representa o potencial para deposição do sedimento produzido a montante, enquanto que o D_{dn} representa o potencial para que o sedimento chegue até um dissipador (rede de drenagem). \bar{W} é o fator médio de ponderação da área que representa a impedância ao escoamento superficial e fluxos de sedimentos, devido às propriedades do uso local da terra e da superfície do solo (adimensional); \bar{S} é o gradiente de inclinação média da área de contribuição à montante ($m\ m^{-1}$); A é a área de contribuição à montante (m^2), d_i é o comprimento da célula i ao longo do caminho descendente (m); W_i – valor de ponderação da célula i (adimensional); S_i - gradiente de declividade da célula i ($m\ m^{-1}$).

O modelo digital de elevação foi obtido através da plataforma ALOS Palsar, disponibilizados no portal <<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>>, com resolução espacial de 12,5 m.

Como fator de ponderação (W) Borselli, Cassi e Torri (2008) empregaram o fator C utilizado nos modelos USLE-RUSLE (WISCHMEIER; SMITH, 1978; RENARD et al., 1997). O fator C , relacionado à cobertura vegetal e manejo, atinge seu valor máximo quando o solo corre mais risco de erosão e chega perto de zero quando o solo está na condição de maior proteção. O valor de C foi obtido de acordo com a proposta de Durigon et al. (2014) (Equação 2), utilizando o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI). Para o cálculo do NDVI (Equação 3) utilizou-se imagem do Landsat 8, de julho de 2018. As bandas correspondentes aos vermelho e infravermelho próximo, são as quatro e cinco, respectivamente.

$$C = \left(\frac{-NDVI + 1}{2} \right) \quad (2)$$

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (3)$$

O modelo do IC foi calculado utilizando como ferramenta o Connectivity Toolbox, disponível em <<http://www.sedalp.eu/download/tools.shtml>>, desenvolvida por Cavalli, Crema e Marchi (2014). O modelo requer a instalação do TauDEM



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

<<http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/index.html>> uma vez que várias funções hidrológicas são computadas no modelo.

3. Resultados e Discussão

O mapa de declividade produzido para a bacia do Rio Sucuruí (Figura 2) ilustra um relevo pouco acidentado em quase toda sua extensão. Um destaque é dado às regiões próximas do exutório e à sudeste da bacia, que apresentam faixas vermelhas indicativa de maiores declividades e, por conseguinte, maior propensão à conectividade sedimentológica de valores positivos.

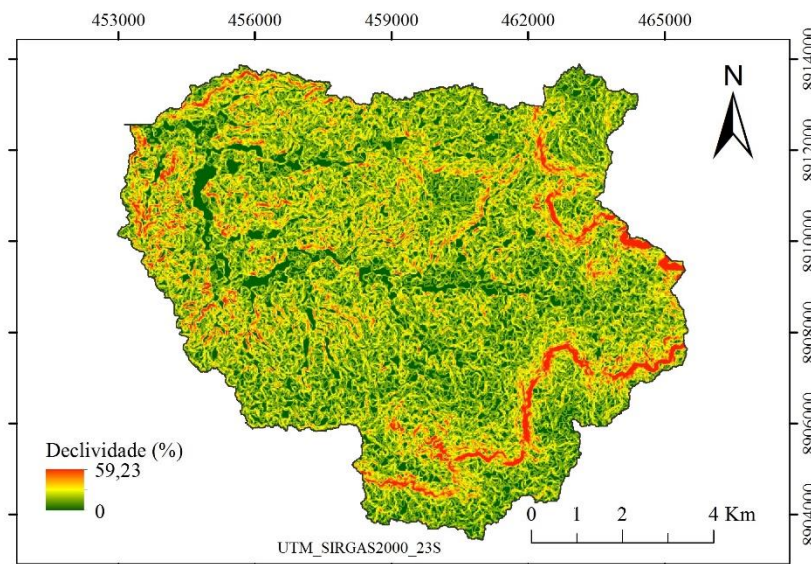


Figura 2 – Declividade da bacia do rio Sucuruí

O levantamento das imagens é datado de julho, período pós-chuvoso da região, no qual espera-se uma maior densidade vegetativa. Alterações no padrão de vegetação da área estão relacionados diretamente ao IC, uma vez que, essas são dependentes do período chuvoso que antecedeu a aquisição dos dados. A região do extremo sudeste da bacia apresentou menor



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

conectividade, decorrente da maior densidade de plantas. Isto se deve à maior deposição de material vegetal, que ocasionando incremento de matéria orgânica no solo, e consequente aumento da condutividade hidráulica do solo (BRACKEN; CROKE, 2007). Este último fator favorece a infiltração da água no solo, quebrando a conectividade

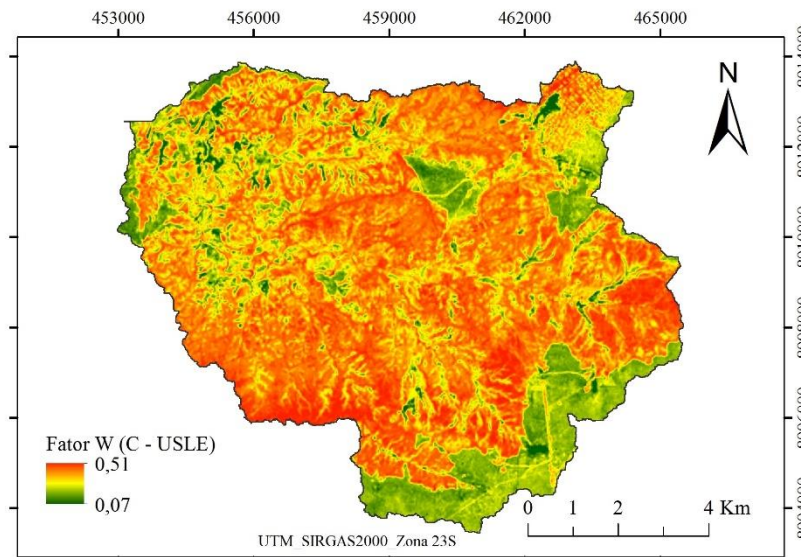


Figura 3 – Fator de ponderação (W) baseado no NDWI

As análises de conectividade são geralmente qualitativas, em que os valores positivos representam áreas produtoras de sedimentos e os valores negativos áreas de deposição (BORSELLI; CASSI; TORRI, 2008). Utilizando o fator de ponderação obtido pelo método da rugosidade observou-se valores mais positivos no IC na maioria da bacia (Figura 4), com maiores áreas produtoras de sedimentos, principalmente nas partes de maior desnível. Nas regiões mais elevadas há áreas mais densamente vegetadas e, por conta disso, menor propensão ao carreamento de sedimentos e consequentes índices reduzidos de conectividade.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os sedimentos produzidos nas regiões mais altas são facilmente carreados até um dissipador, no caso, a rede de drenagem. Nota-se que quanto mais próximo do exutório maior a conectividade.

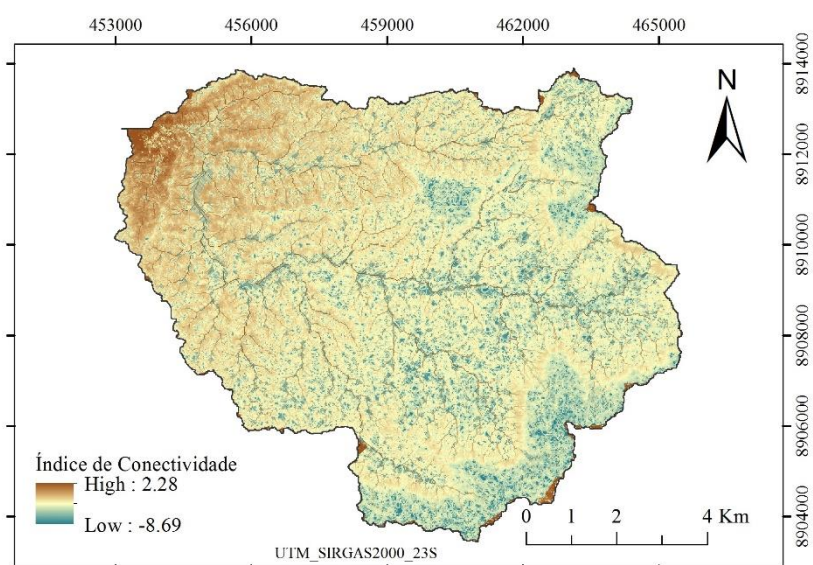


Figura 4 – Mapa de conectividade de sedimentos na bacia do rio Sucuriú

Parte desta bacia é objeto de estudo do Núcleo de Pesquisa para Recuperação de Áreas Degradadas e Combate à Desertificação (NUPERADE), que construiu, buscando controle do avançado processo erosivo da região, pequenas barragens de contenção de sedimentos na parte alta da bacia. No entanto, o efeito de contenção das barragens não é visto na análise deste trabalho devido ao pequeno porte destas e, assim, a resolução espacial das imagens não é suficiente para identificá-las. Portanto, sugere-se a utilização de dados com maior resolução espacial, como por exemplo, levantamento com VANTs ou radares, a fim de verificar a eficácia dessas ações conservacionistas.

4. Considerações finais



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- I. A vegetação é um elemento importante para a deposição de sedimentos e o seu incremento mostra-se fundamental para a recuperação de bacias hidrográficas. Cumpre-se, assim, importante papel na quebra da conectividade no transporte de sedimentos.
- II. O conhecimento dos locais de maior carreamento de sedimentos em determinada localidade provê subsídios fundamentais para tomadas de decisão relacionadas à necessidade de implementação de práticas conservacionistas.
- III. Estudos de conectividade que visam avaliar o efeito de práticas conservacionistas de pequeno porte, como terraços, pequenas barragens e cordões de pedra, necessitam de imagens de alta resolução espacial, e a utilização de VANTs é uma solução para estes casos.

5. Referências Bibliográficas

BORSELLI, L.; CASSI, P.; TORRI, D. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. **Catena**, v. 75, p. 268–277, 2008.

BRACKEN, L. J.; CROKE, J. The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. **Hydrological Processes**, v.21, n.13, p.1749-1763,2007.

CAVALLI, M. et al. Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. **Geomorphology**, v. 188, p. 31–41, 2013.

CAVALLI, M.; CREMA, S.; MARCHI, L. **Guidelines on the Sediment Connectivity ArcGis Toolbox and stand-alone application**. Pandova: [s.n.]. Disponível em: <http://www.alpine-space.org/2007-2013/uploads/tx_txrunningprojects/PartI_Guidelines_SedimentConnectivityIndex.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2018.

CROKE, J. et al. Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and the resultant spatial pattern of catchment connectivity. **Geomorphology**, v. 68, n. 3–4, p. 257–268, 1 jun. 2005.

DURIGON, V. L. et al. NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed. **International Journal of Remote Sensing**, v. 35, n. 2, p. 441–453, 2014.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

FOERSTER, S. et al. Assessment of sediment connectivity from vegetation cover and topography using remotely sensed data in a dryland catchment in the Spanish Pyrenees. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 12, p. 1982–2000, 16 dez. 2014.

HOOKE, J. Coarse sediment connectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology. **Geomorphology**, v. 56, n. 1–2, p. 79–94, 15 nov. 2003.

LOPES, J. W. B.; PINHEIRO, E. A. R. Análise temporal da conectividade e da capacidade de transporte potencial de sedimentos em meso-bacia semiárida, CE, Brasil. **Agro@ambiente Online**, v. 7, n. 2, p. 136–144, 4 set. 2013.

PERSICHILLO, M. G. et al. The role of human activities on sediment connectivity of shallow landslides. **Catena**, v. 160, p. 261–274, 2018.

RENARD, K. G.; FORSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; McCOOL, D. K.; YODER, D.C. (Coord.) – **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation, planning with the 48 revised universal soil loss equation (RUSLE)**, Washington: USDA/ARS, p.2–18, (Agriculture Handbook n. 703). 1997.

SHEYDDER, L. et al. Núcleo De Desertificação De Gilbués (Pi): Causas E Intervenções. **Geografia**, v. 20, p. 53–66, 2011.

SILVA, V. M. D. A. et al. **Núcleo de desertificação de Gilbués-PI, caracterização e classificação climática - Brasil**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais...Fortaleza:** 2015. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/NUCLEO_DE_DESERTIFICACAO_DE_GILBUES_PI_CHARACTERIZACAO_E_CLASSIFICACAO_CLIMATICA_BRASIL_1.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2018

TAROLLI, P.; SOFIA, G. Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes. **Geomorphology**, v. 255, p. 140–161, 15 fev. 2016.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning**. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office. 1978.