

ESPACIALIZAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE EROSIVA A PARTIR DA DENSIDADE DE DRENAGEM PELO INTERPOLADOR KERNEL

Lizza Adrielle Nascimento Santos¹, Paulo Sérgio de Rezende Nascimento²

¹Graduanda de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, lizza_adrielle@hotmail.com; ²Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, psmr.geologia@gmail.com

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba (BHRJ), no Estado de Sergipe, apresenta sistemas de drenagens distintos decorrentes de erosão. Os sedimentos erodidos causam a perda do solo e o assoreamento dos recursos hídricos superficiais. O objetivo desse trabalho foi avaliar a susceptibilidade da BHRJ à erosão pela espacialização da densidade de drenagem. Para isso, foi utilizado o interpolador Kernel na rede de drenagem. Os resultados obtidos foram seis classes de densidades de drenagem, as quais foram interpretadas como classes hierárquicas de susceptibilidade à erosão. Concluiu-se que a área de estudo é heterogênea com relação aos processos erosivos, em decorrência das diferentes litologias e uso do solo.

Palavras-chave — Estatística espacial, sensoriamento remoto, rede de drenagem, processo erosivo, assoreamento.

ABSTRACT

The Japarutuba River Basin (BHRJ), in the State of Sergipe, presents distinctive drainage systems indicative of erosion. The eroded sediments cause soil loss and silting of surface water resources. The objective of this work was to evaluate the susceptibility of JRW to erosion by spatialisation of drainage density. For this, the Kernel interpolator was used in the drainage network. The results were six classes of drainage densities, which were interpreted as hierarchical classes of susceptibility to erosion. It's possible to concluded that the study area is heterogeneous in relation to erosive processes, due to the different lithologies and soil use.

Key words — Spatial statistics, remote sensing, drainage network, erosion process, silting.

1. INTRODUÇÃO

A rede de drenagem é um importante indicador de alterações na paisagem de bacias hidrográficas, seja por mudanças na sua estruturação e forma, seja por perda ou ganho de canais. Com isso ela indica o grau de dissecação da superfície. Para cada ambiente, os sistemas hidrográficos dependem principalmente das proporções de infiltração e escoamento superficial. Este exerce influência sobre diversas dinâmicas do meio físico, como: erosão, transporte de sedimentos,

assoreamento e contaminação de corpos hídricos, vazão, entre outros.

Processos erosivos são condicionados pelo tipo de rocha/solo, precipitação, declividade, extensão da encosta e estrutura estratificada da vegetação. Esses parâmetros definem a susceptibilidade à erosão, ou seja, a intensidade ou probabilidade do processo erosivo ocorrer. A vulnerabilidade à erosão, por sua vez, engloba a interação do homem com o meio e os riscos gerados à sociedade [1].

As ferramentas de geotecnologias se consolidaram como técnicas eficazes no mapeamento de áreas suscetíveis e vulneráveis aos processos erosivos e assoreamento dos recursos hídricos superficiais. Há vários métodos para compatibilizar o potencial erosivo de uma determinada região, dentre eles, a interpolação por estatística espacial da rede de drenagem. No presente trabalho foi empregado o estimador Kernel, que representa cartograficamente a distribuição espacial da densidade de drenagem em superfícies contínuas [2].

O estimador Kernel é um interpolador que possibilita estimar o evento em toda a área, mesmo onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência. A estimativa de densidade Kernel é uma forma não-paramétrica para estimar a função de probabilidade de uma variável aleatória [3].

A espacialização da densidade de drenagem delimita o grau de intensidade da susceptibilidade do terreno (rocha/solo). Definida como o comprimento médio dos rios de uma bacia hidrográfica por unidade de área, a densidade de drenagem é um dos principais parâmetros na análise de dissecação do relevo [4]. A relação entre densidade e permeabilidade é inversamente proporcional: quanto maior a densidade de drenagem, maior é a impermeabilidade do terreno. Consequentemente, maiores são o escoamento superficial e as erosões laminar e linear [5].

A Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba (BHRJ), principal bacia geoconômica do estado de Sergipe pela presença de um dos maiores campos petrolíferos terrestre (*onshore*) do Brasil, apresenta diferentes estágios de erosão. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a susceptibilidade aos processos erosivos da BHRJ, empregando o estimador Kernel para a espacialização da densidade de drenagem, gerando classes de intensidades erosivas hierarquizadas. A importância desse trabalho foi a delimitação de áreas mais favoráveis à erosão, as quais ocasionam a perda da fertilidade dos solos, assoreamento dos

corpos hídricos, entre outros impactos adversos ao ambiente e à comunidade local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa foram os dados digitais, no formato vetorial, disponibilizados pela Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe (SRH) [5] e os programas QGIS e SPRING [6]. A escolha da BHRJ como área de estudo da pesquisa se deu pela importância com relação a sustentabilidade econômica e ambiental. As reservas hídricas superficiais e subterrâneas para o abastecimento público e as atividades minerárias e agropecuárias representam fatores estratégicos na socioeconomia do estado de Sergipe.

A partir da cidade de Natal, o principal acesso à área de estudo é pela rodovia BR-101 (Figura 1). A BHRJ totaliza 7,65% do território sergipano em uma área de 1.685 km² e perímetro de 247 km, abrangendo 18 municípios, destacando Japarutuba, Carmópolis, rosário do Catete, cumbe e Capela. O rio Japarutuba nasce na Serra da Boa Vista entre os municípios de Feira Nova e Craccho Cardoso e deságua no Oceano Atlântico, no município de Pirambu. Esse rio possui 135km de extensão, sendo os rios Japarutuba-Mirim e Siriri nas margens esquerda e direita, respectivamente, seus principais afluentes.

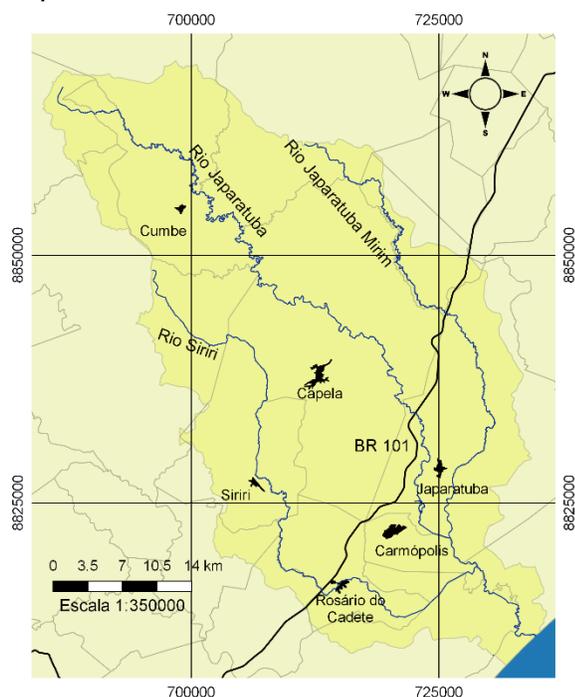


Figura 1. Mapa de localização e acesso à área de estudo (Bacia Hidrográfica Rio Japarutuba - BHRJ).

O primeiro procedimento foi a confecção de um banco de dados georeferenciados no sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS-2000 e Zona 24S. Em seguida os mapas vetoriais foram importados, destacando-se a rede

hidrográfica. A próxima etapa foi a análise qualitativa (análise visual) da rede de drenagem, em seguida, a análise quantitativa pela aplicação do estimador Kernel.

Para aplicação do método estatístico espacial de estimação de curvas de densidade não-paramétrica ponderada pela distância a um valor central, foi necessário transformar as linhas de drenagem em pontos, ou seja, em um núcleo contendo do comprimento da linha de drenagem. A densidade foi calculada com base no número de pontos de um local (pontos agrupados ou clusters). O produto gerado é monocromático, onde as áreas brancas e pretas indicam maior e menor densidade de drenagem, respectivamente. Para a melhor visualização do esquema no mapa final, o produto foi classificado com cores distintas, e inseridos os municípios, sedes municipais, lagoas e represas. Por fim, foram calculadas as áreas das classes de densidade de drenagem, visando obter a porcentagem das regiões mais suscetíveis aos processos erosivos.

3. RESULTADOS

A concentração de drenagens (Figura 2) é nítida, refletindo respostas diferentes frente à geodinâmica exógena. Áreas com favorabilidade aos processos morfogenéticos são igualmente nítidas. A maior concentração de drenagens na região central e noroeste da área de estudo, por exemplo, indica alta impermeabilidade do terreno (solo/rocha).

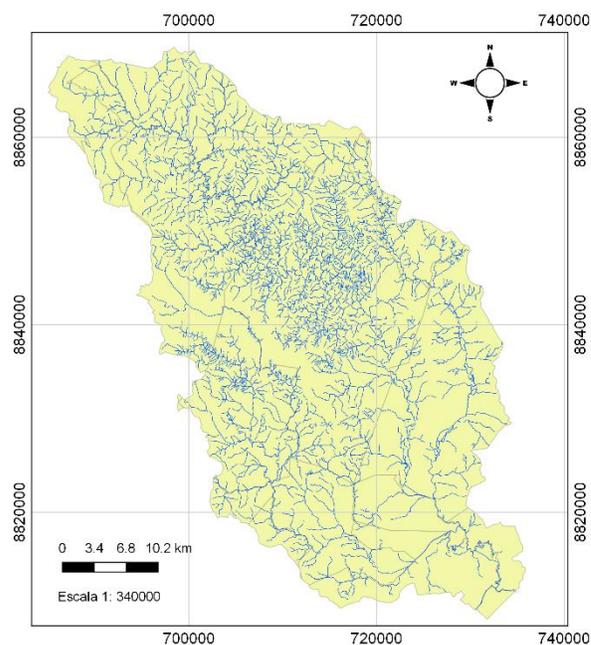


Figura 2. Mapa da rede hidrográfica da área de estudo (BHRJ).

A impermeabilidade do substrato rochoso da bacia hidrográfica, facilita o escoamento superficial difuso e concentrado da água, ocasionando processos erosivos laminar e linear, respectivamente. A erosão laminar remove as camadas superficiais do solo, causando a perda de

nutrientes necessários à planta. A erosão linear ocasiona incisões no solo, formando ravinas e boçorocas que destroem as terras cultiváveis.

A concentração da rede de drenagem é maior nas zonas climáticas do agreste e semiárido, nas quais predominam a vegetação típica da caatinga, savanas-estépicas intensamente convertidas em pastagens. A altitude varia entre 135 e 270 m e as declividades são iguais ou maiores que 75%. O relevo é caracterizado por superfícies dissecadas da Faixa de Dobramentos Sergipano. Este sistema colisional geotectônico é composto por uma variedade de rochas proterozoicas dos domínios geológicos Vaza-Barris e Macuré, subjacentes por planosso e podzólico.

As menores concentrações da rede hidrográfica localizam na zona climática denominada de Litoral Sergipana, região central a sudoeste da BHRJ. Essa zona apresenta maior distribuição pluviométrica, altitudes entre 0 e 135m e declividades menores que 75%, predominando as classes entre 0 e 20%. A cobertura vegetal natural é composta principalmente por resquícios de Mata Atlântica e de Mangue convertida em cana-de-açúcar e pastagem. Prevalcem sedimentos pleistocênicos-holocênicos das planícies costeiras e flúvio-lagunares e os tabuleiros costeiros neogênicos do Grupo Barreiras com ampla distribuição de espodossolo e neossolo quartzarênico e gleissolos localizados.

A classe de densidade de drenagem muito baixa contorna as calsses de densidade baixa e medianamente baixa também localizada à jusante da bacia hidrográfica na área de estudo. Apesar de ocorrer processos erosivos nesse setor, a maior permeabilidade do substrato do terreno favorece a infiltração da água precipitada. Aquíferos granulares estão presentes nessa região, os quais abastecem a população urbana e rural. A água subterrânea também é utilizada para a dessedentação dos animais, irrigação das atividades agrícolas e uso industrial.

Os sedimentos erodidos e carregados da montande da BHRJ depositam-se na jusante, assoreando rios, lagos e represas. Os contaminantes químicos empregados na agricultura contaminam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A partir da espacialização da densidade de drenagem pelo estimador Kernel, foi possível compartimentar a área de estudo em seis classes de densidade de drenagem: muito baixa, baixa, moderadamente baixa, moderadamente alta, alta e muito alta (Figura 3). Cada classe é caracterizada por peculiaridades intrínsecas que devem ser analisadas particularmente para minimizar a perda do solo. As áreas que possuem densidade de drenagem muito alta, alta e moderadamente alta apresentam substratos formados por materiais consolidados (rochas) e/ou inconsolidados (solos) de baixa permeabilidade e alto escoamento superficial das águas plúvio-fluviais, o que favorece o processo erosivo.

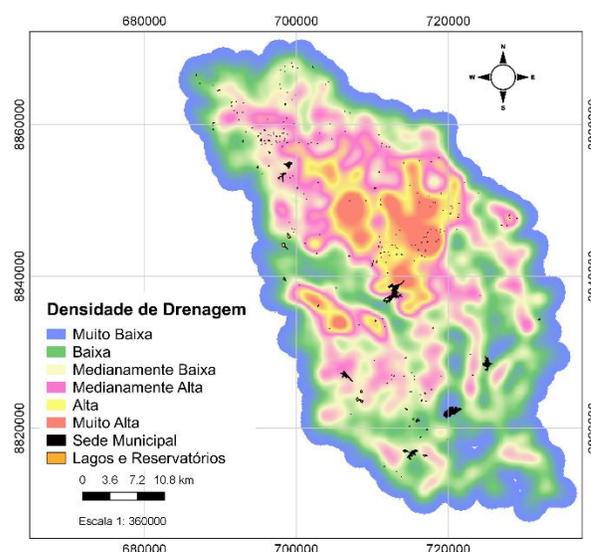


Figura 3. Mapa de densidade de drenagem da área de estudo (BHRJ).

A diferença da erodibilidade da área de estudo é decorrente das características climatológica, litológica, geomorfológica, pedológica e cobertura da terra distintas. Apesar da dinâmica superficial geomorfológico-geológico, a intensificação do processo erosivo compromete a quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais. Essa intensificação ocorre principalmente nas regiões onde as vegetações nativas foram convertidas em pastagens e cultivos agrícolas.

Ao analisar os dados da Tabela 1, foi possível constatar que 50,44% possui média a muito alta vulnerabilidade aos processos erosivos pelas maiores densidades de drenagem. Essas classes representam os processos morfogenéticos mais intensos, produzindo maior quantidade de sedimentos. As classes de muito alta e alta densidade de drenagem estão concentradas na região central da bacia. A classe medianamente alta, que praticamente representa o somatório das classes supracitadas, está amplamente distribuída por toda a bacia hidrográfica. Essa classe representa aproximadamente a mesma porcentagem da classe baixa densidade e o somatório das classes muito baixa e medianamente baixa.

Tabela 1. Área de cada classe de densidade de drenagem.

Densidade de Drenagem	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Muita Baixa	204,5	12,22
Baixa	397,5	23,75
Medianamente Baixa	227,5	13,59
Medianamente Alta	418,5	25,00
Alta	367,5	21,95
Muito Alta	58,5	3,49
Total	1674	100,00

Por meio da Figura 2, percebe-se que há uma grande probabilidade de que os sedimentos das áreas de densidade de drenagem média a muito grande sejam transportados pelas drenagens fluviais e depositados nos lagos e reservatórios. Dessa forma, essas áreas são fontes de sedimentos, que interferem tanto na qualidade da água quanto no tempo de vida útil dos lagos e reservatórios pela deposição do material erodido. À medida que o assoreamento cresce, a capacidade de armazenamento do reservatório diminui.

4. DISCUSSÃO

A hierarquia fluvial dada pela disposição das drenagens fluviais é composta por rios de até sexta ordem. Esta representada pelo rio Japaratuba e a quinta ordem pelos rios Siriri e Japaratuba-Mirim. Este ordenamento da magnitude dos afluentes é decorrente das características climatológicas e das coberturas da terra distintas. A dinâmica geomorfológico-geológica facilita e intensifica o processo morfogenético de carreamento e deposição do material erodido e transportado.

É importante ressaltar que muitos dos rios e lagos são temporários, principalmente na região semiárida e agreste da bacia. A recorrência de anos de seca da bacia hidrográfica estudada aumenta a escassez hídrica. As chuvas, quando ocorrem, são concentradas em períodos curtos de tempo, ocasionando impactos ambientais e socioeconômicos. Dessa forma, a área de estudo demanda técnicas de gestão ambiental adequadas, principalmente nas áreas fontes de sedimentos e nos corpos hídricos susceptíveis ao assoreamento.

Este cenário ficará mais claro com a continuidade deste trabalho, ao integrar os mapas de classes de declividade, erosividade pluvial e da cobertura da terra, finalizando na vulnerabilidade aos processos erosivos e de assoreamento da área de estudo.

5. CONCLUSÕES

A área de estudo se apresenta heterogênea com relação aos processos erosivos, indicando que há perda do solo e assoreamento dos recursos hídricos superficiais. Visto que é responsável pelo abastecimento hídrico de uma boa parte da população, faz-se necessário o controle do assoreamento, visando evitar a redução da qualidade, capacidade e do tempo de vida útil dos reservatórios de água superficial e subterrâneo.

A sistemática adotada mostrou-se eficiente para compartimentar a BHRJ quanto à sua susceptibilidade erosiva, podendo ser utilizada como ponto de partida para elaboração de um manejo do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos superficiais adequado.

6. REFERÊNCIAS

[1] Smith, K. "Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster", Routledge, New York, 59pp., 2004.

[2] Nascimento, P.S.R.; Nascimento Filho, J.C.B.; Mendonça, A.K.F.; Wallancuella, G.J. "Análise da capacidade de armazenamento de águas subterrâneas em aquíferos fissurais por técnicas de sensoriamento remoto. In: Seabra, G. (Org.) Educação ambiental: a sustentabilidade dos ambientes rurais e urbanos, Ituiutaba, Barlavento, pp374-382, 2017.

[3] Wand, M.P.; Jones, M.C. "Kernel smoothing". Chapman&Hall/CRC, New York, 39pp., 1995.

[4] Horton, R.E. "Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology". Geological Society of America Bulletin, (56.), (3.), (pp.275-370), 1945.

[5] Nascimento, P.S.R.; Petta, R.A. "Confecção do mapa de densidade de drenagem através de geotecnologias visando definir a vulnerabilidade aos processos erosivos na Sub-bacia do Baixo Piracicaba (SP)". Estudos Geográficos, (6.), (1.), (pp.19-34), 2008.

[6] SRH. Superintendência de Recursos Hídricos. "Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe", SRH: Aracaju, 2016. Disponível em: < <http://www.semarh.se.gov.br/recursosohidricos>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

[7] Câmara, G; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M, Garrido J. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling", Computers & Graphics, (20.), (3.), (pp.95-403), 1996.