

VULNERABILIDADE DO SOLO A EROSÃO HÍDRICA E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DA MICROBACIA DO RIO CURRAIS NOVOS - RN

Giulliana Karine Gabriel Cunha¹
Caroline Eloize Barreto de Medeiros²
Jéssica Freire Gonçalves de Melo³
Karina Patrícia Vieira da Cunha⁴

RESUMO

A intervenção humana por meio da exploração dos recursos naturais intensifica a vulnerabilidade dos ambientes à degradação ambiental, modificando e alterando as características naturais da área. A identificação das áreas de maior vulnerabilidade facilita a etapa de planejamento e gestão ambiental para o uso e manejo mais adequado do ambiente respeitando as aptidões e limitações de cada região. Na região semiárida, em virtude de suas características naturais os solos são naturalmente vulneráveis a erosão, e a ocupação antrópica acentua ainda mais esse cenário. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi analisar e mapear a influência do uso e ocupação do solo na vulnerabilidade a erosão da microbacia do Rio Currais Novos no semiárido do Rio Grande do Norte, onde está localizada a área de disposição irregular de resíduos sólidos urbanos do município. Para isto, foram realizadas análises de fatores naturais como a pedologia, a declividade e a geologia, e do fator antrópico para obtenção dos mapas de vulnerabilidade do solo a erosão hídrica. Apesar de possuir cobertura vegetal na maior parte de sua extensão, a pedologia e o uso e ocupação são fatores que condicionam uma alta vulnerabilidade do solo a erosão hídrica na microbacia do Rio Currais Novos.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Neossolo, Semiárido, Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional simultâneo ao desenvolvimento econômico requer cada vez mais a extração dos recursos naturais para suprir as necessidades cotidianas da população, impulsionando gradativamente os processos de degradação ambiental ocasionando alterações na paisagem natural, na biodiversidade e na estética local (NASCIMENTO, 2015).

O solo é um dos principais recursos naturais, primordial para desenvolvimento de diversas atividades. Alguns processos utilizados na exploração do solo podem torná-lo esgotável (LEPSCH et al., 2015). Uma das principais causas advém da falta de planejamento,

¹ Graduando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, giullianakarine12@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal - UFRN, caroleloizeb@gmail.com;

³ Mestre do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, jessicafgm@hotmail.com;

⁴ Professora do Dep. Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, cunhakpv@yahoo.com.br.

ausência de informação, manejo inadequado promovendo impactos negativos ao ambiente, tais como erosão, perda de produtividade e redução de qualidade do solo (MACHADO et al., 2017)

O uso e ocupação do solo por atividades antrópicas impulsiona a degradação ambiental, promovendo remoção da cobertura vegetal nativa, desestruturação do solo, alterações da topografia, transporte de sedimentos para cursos d'água, intensificando o processo de assoreamento e contaminação pontual e difusa vinculada a erosão hídrica e eólica (ANDRADE et al., 2009). Apesar da erosão ser um processo natural que pode ser acelerado e intensificado por intervenção humana gerando desequilíbrio no meio (FUSHIMI et al., 2013).

Normalmente, a região semiárida é naturalmente mais susceptível aos processos erosivos em razão das características ambientais intrínsecas da região. O semiárido brasileiro é caracterizado por: solos pouco desenvolvidos, rasos, predominantemente arenosos; pela má distribuição pluviométrica com precipitações concentradas em pouco espaço de tempo; e vegetação rala e escassa (PEREIRA et al., 2014).

Como as mensurações diretas da erosão em escalas maiores são inviáveis devido as restrições financeiras, técnicas e metodológicas, uma intervenção eficiente na estimativa da erosão é a associação de fatores naturais ao antrópico usando sistema de informações geográficas (SIGs) que permite em tempo real o acompanhamento mesmo a distancia de áreas de grandes extensões (CREPANI et al., 2011; ROVANI et al., 2016; HAIDARA et al., 2019). Dessa forma, o geoprocessamento auxilia em tomadas de decisões e no melhor planejamento, gestão e recuperação das áreas degradadas (AQUINO et al., 2017).

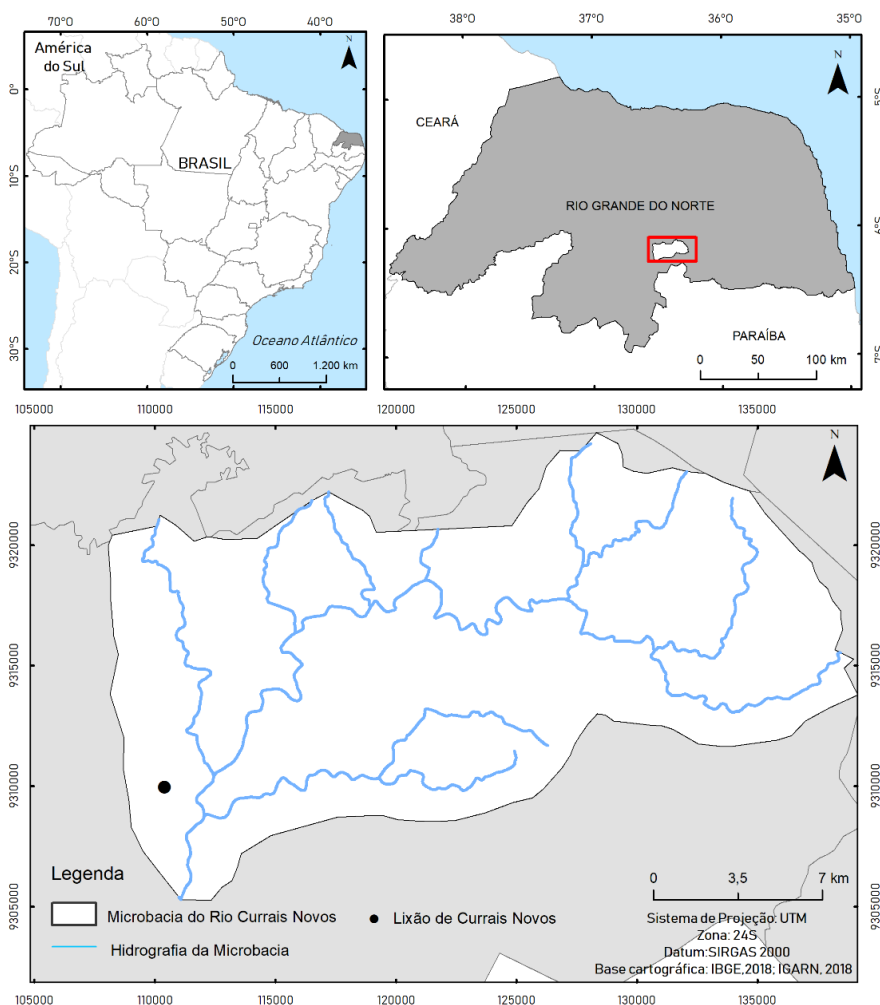
Diante deste cenário, é indispensável à avaliação do recurso solo, em conjunto com as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, para identificar e constatar os fatores que potencializam a vulnerabilidade da região. Assim o objetivo do estudo é analisar a vulnerabilidade do solo a erosão hídrica na microbacia do Rio Currais Novos a fim de identificar as áreas mais susceptíveis à erosão hídrica e subsidiar o processo de planejamento e gestão ambiental para uso e manejo sustentáveis dos recursos naturais na microbacia, visando minimizar a perda de solo e as consequências advindas desta.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo abrange a microbacia do Rio Currais Novos, na qual está inserido o município de Currais Novos, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A microbacia tem uma área de 354,10 km², onde está localizada uma área de disposição irregular de resíduos sólidos urbanos da cidade de Currais Novos.

Figura 1 – Localização da microbacia do Rio Currais Novos e da área de disposição irregular de resíduos sólidos urbanos, no semiárido do Rio Grande do Norte



A classe de solo predominante é o Neossolo Litólico (EMBRAPA, 2013), que apresenta alta fertilidade e saturação por bases, e possuem processos de evolução limitado (EMBRAPA, 2018). A vegetação da região é Caatinga Hiperxerófila. O clima da região é o BSh (ALVARES et al., 2014), com altas temperaturas médias, caracterizado pelo clima quente e seco.

Geração do mapa de vulnerabilidade a erosão

Para obter o mapa de vulnerabilidade do solo a erosão hídrica foi utilizado uma adaptação da metodologia proposta por Crepani (2001), tendo como base em seu desenvolvimento o conceito da ecodinâmica (TRICART, 1997). No mapa de vulnerabilidade a erosão foram considerados os fatores naturais como a pedologia, declividade e geologia, e o fator antrópico, representando pela análise do uso e ocupação do solo. Esses fatores foram estudados e analisados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) no software ArcGis 10.3.

A partir do arquivo vetorial de escala 1:500000, disponibilizado pela EMBRAPA ((EMBRAPA, 2013)), foi possível realizar a classificação do solos na área estudada para a análise da suscetibilidade a erosão do solo presente.

A obtenção do mapa de declividade se deu através do MDE (Mapa Digital de Elevação), disponibilizado a partir do projeto TOPODATA do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). A porcentagem das classes de declividade foram definidos pela metodologia da EMBRAPA (1979), e o mapa elaborado através da ferramenta *Surface*.

A identificação das unidades litoestratigráficas foi realizada a partir do arquivo vetorial de escala 1:500000 disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2007). Os valores de vulnerabilidade relacionados a geologia foram atribuídos a partir da vulnerabilidade a denundação das rochas (CREPANI, 2001).

O mapa de uso e ocupação foi obtido pela classificação supervisionada de imagem de satélite do Sentinel 2-A, cedidas pelo site *Copernicus*, com resolução espectral de 10 metros e bandas 4 (infravermelho próximo), 8 (vermelho) e 3 (verde), no ano de 2019.

A partir dos fatores físicos e antrópicos foi possível atribuir pesos a respeito da vulnerabilidade a erosão (Tabela 1), considerando os valores próximos a 1, com baixa vulnerabilidade, a 2, média vulnerabilidade, e próximo de 3, com alta vulnerabilidade (CREPANI, 2001).

Tabela 1 – Valores atribuídos as classes de cada fator utilizado para o cálculo da vulnerabilidade a erosão da microbacia do Rio Currais Novos no semiárido do Rio Grande do Norte

Aspectos	Classes	Vulnerabilidade (1,0-3,0)
Solo	Neossolo Litólico	3,0
Declividade	2 – 6%	1,5
	6 – 20%	2,0
	20 – 50%	2,5
	>50%	3,0
Geologia	Suíte Intrusiva Dona Inêz	1,1
	Suíte Intrusiva Itaporanga	1,2
	Unidade Caicó, Ortognaisse	1,3
	Formação Equador	1,3
	Suíte Intrusiva São João do Sabugi	1,5
	Formação Jucurutu	1,5
	Formação Seridó	1,7
	Formação Serra dos Martins	2,5
Uso e Ocupação	Água	0,0
	Vegetação Natural	2,3
	Agricultura	2,9
	Urbano	3,0

Após a atribuição dos valores de vulnerabilidade, foi realizada a reclassificação de cada mapa. Para gerar o mapa de vulnerabilidade a erosão, foram atribuídos pesos para cada fator, levando em consideração a sua importância em relação aos processos erosivos. Cada fator foi analisado e classificado a partir do conhecimento técnico dos fatores acerca da área estudada, de modo que a soma dos pesos totalizou 1,0 (Tabela 2).

Tabela 2 – Pesos atribuídos para a determinação da vulnerabilidade a erosão da microbacia do Rio Currais Novos no semiárido do Rio Grande do Norte

Mapas	Vulnerabilidade a erosão
Solos	0,20
Declividade	0,25
Geologia	0,15
Uso e Ocupação	0,40

Por meio da sobreposição dos mapas com mesma escala e da álgebra de mapas com os pesos atribuídos, foi possível obter o mapa de vulnerabilidade a erosão. A partir do mapa de vulnerabilidade, foi realizada a reclassificação da seguinte maneira: muito baixa (1,0 – 1,4), baixa (1,4 - 1,8), Média (1,8 – 2,2), alta (2,2 - 2,6) e muito alta (2,6 – 3,0) (CREPANI, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia do rio Currais Novos é coberta na sua totalidade pela classe de solo Neossolo Litólico com afloramento de rochas. Os solos poucos desenvolvidos, como os do semiárido são naturalmente vulneráveis (VAEZI; HASANZADEH; CERDÀ, 2016). Os Neossolos Litólicos são caracterizados por serem rasos, apresentando processos de pedogenéticos limitados e, portanto, são suscetíveis a erosão (EMBRAPA, 2018), dessa forma sua vulnerabilidade foi considerada alta (Figura 2). A declividade predominante em 53,40 % da área da microbacia está entre 3 e 8%, sendo classificada como suave ondulada, (Figura 3), a segunda maior presença de declividade na microbacia é classificada como ondulado, ocupando 33,89 % da área. Uma das características de declives ondulados, como é o caso da microbacia, é a maior suscetibilidade a erosão (CUMBANE et al., 2015). A declividade é um fator primordial para o escoamento superficial, ela dita a velocidade do escoamento e, dessa forma, é responsável pelo transporte de sedimentos.

A formação geológica principal da microbacia é a Formação Seridó, compreendendo 86,16% da área total (Figura 4), com predominância do xisto-aluminoso. Em sua maioria a região é formada por rochas metamórficas, esse tipo de rocha possui baixos valores de vulnerabilidade, devido à baixa suscetibilidade ao intemperismo químico.

O uso e ocupação da microbacia corresponde a na maior parte a vegetação natural do bioma caatinga, correspondendo a área de 56,90 %, seguida da classe de urbanização com 18,04 % (Figura 5). Apesar da vegetação natural ocupar a maior parte da área da microbacia, é importante levar em consideração os usos antrópicos, como a área de disposição irregular de resíduos desse estudo, pois esses intensificam os processos erosivos, aumentando a taxa de erosão e, conseqüentemente, o escoamento superficial, podendo causar assoreamento e eutrofização, a partir do transporte de sedimentos e nutrientes aos corpos hídricos (GUO et al., 2015).

A área de disposição irregular do município de Currais Novos recebe resíduos de toda cidade, possui uma área de 139.652 m², em uma área que é naturalmente vulnerável, atividades antrópicas como a de disposição final de resíduos, tornam-se um gatilho para a aceleração da erosão e, conseqüentemente, contaminação do solo e de outros componentes da bacia hidrográfica (MOURI; TAKIZAWA; OKI, 2011).

Na reclassificação dos mapas (Figura 6), a vulnerabilidade muito alta foi encontrada nos solos, devido a classe predominante Neossolo Litólico e no uso e ocupação, por causa dos usos antrópicos. A alta vulnerabilidade foi encontrada na declividade, a média vulnerabilidade no de geologia > declividade > uso e ocupação (Tabela 3).

Na vulnerabilidade a erosão na microbacia do rio Currais Novos, houve predominância da classe alta de vulnerabilidade, correspondendo a 73,5% da área, logo em seguida, a média vulnerabilidade, com 20,3 % (Figura 7). O fator que mais contribuiu para a alta vulnerabilidade foi o uso e ocupação (Tabela 3). A ocupação antrópica intensifica os processos de degradação no solo (MIGUEL et al., 2013), promovendo uma alta vulnerabilidade a erosão, em uma área que é naturalmente suscetível a erosão (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2007).

A microbacia do Rio Currais Novos apresentam cobertura vegetal nativa em grande parte de sua extensão e ainda assim possui 73,5% de sua área classificadas como de alta vulnerabilidade a erosão hídrica (Figura 7). A pedologia e o uso e a ocupação do solo por atividades antrópicas condicionam a ocorrência de alta vulnerabilidade do solo a erosão hídrica na microbacia do Rio Currais Novos. Esse resultado evidencia que, num cenário futuro onde a expansão do uso antrópico do solo continue ocorrendo a faixa de muito alta vulnerabilidade

do solo a erosão será ampliada. Daí ressalta-se a importância de resultados como esses para guiar a tomada de decisão dos gestores no sentido de julgar os efeitos de futuros licenciamentos de atividades antrópicas nessa área, o ganho econômico e social, e os prejuízos ambientais advindo destes.

Compreender e analisar áreas vulneráveis a erosão é importante para haja planejamento, zoneamento ambiental e tomadas de decisão a respeito da bacia hidrográfica (ZOU; YOSHINO, 2017), evitando que ocupação antrópica em áreas suscetíveis a erosão promova danos irreversíveis ao ambiente

Figura 2 – Classes de solo predominante da microbacia do rio Currais Novos, onde está inserida área de disposição irregular do município de de Currais Novos – RN

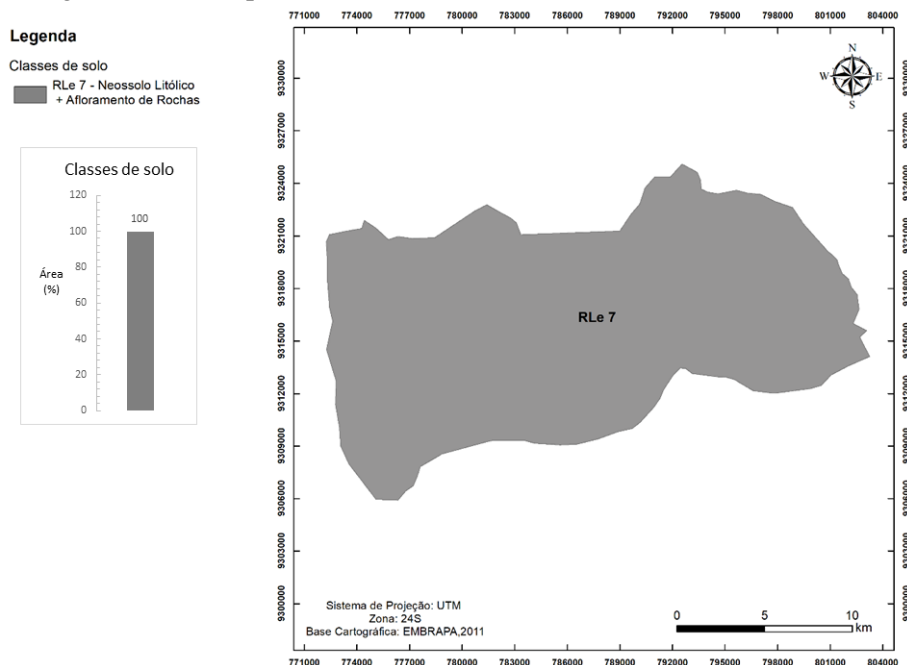


Figura 3 – Classes de declividade da microbacia do rio Currais Novos, onde está inserida área de disposição irregular do município de de Currais Novos – RN

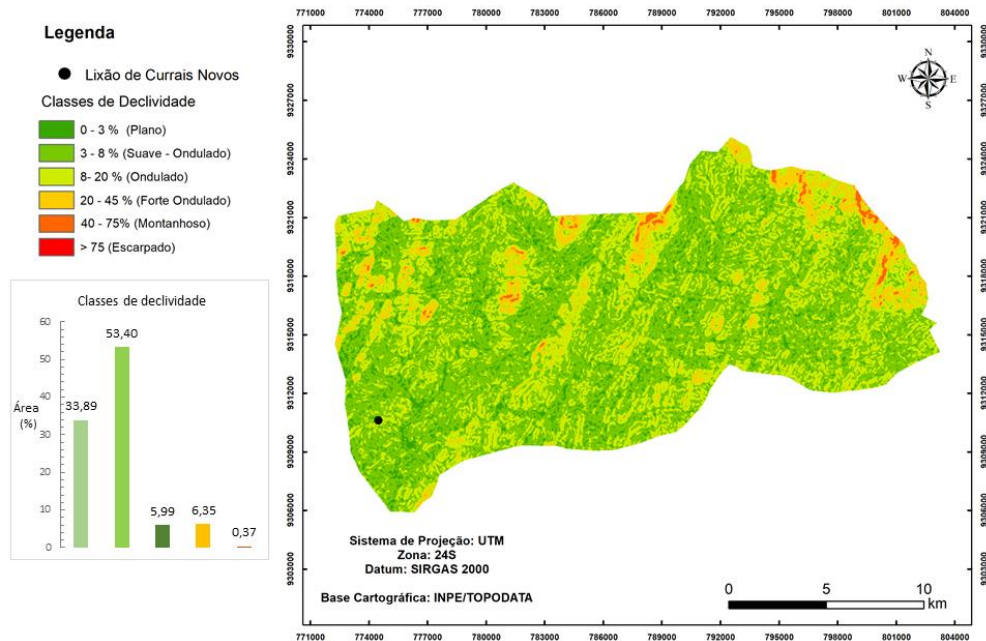


Figura 4 – Geologia da microbacia rio Currais Novos onde está inserida área de disposição irregular do município de o o lixão de Currais Novos – RN

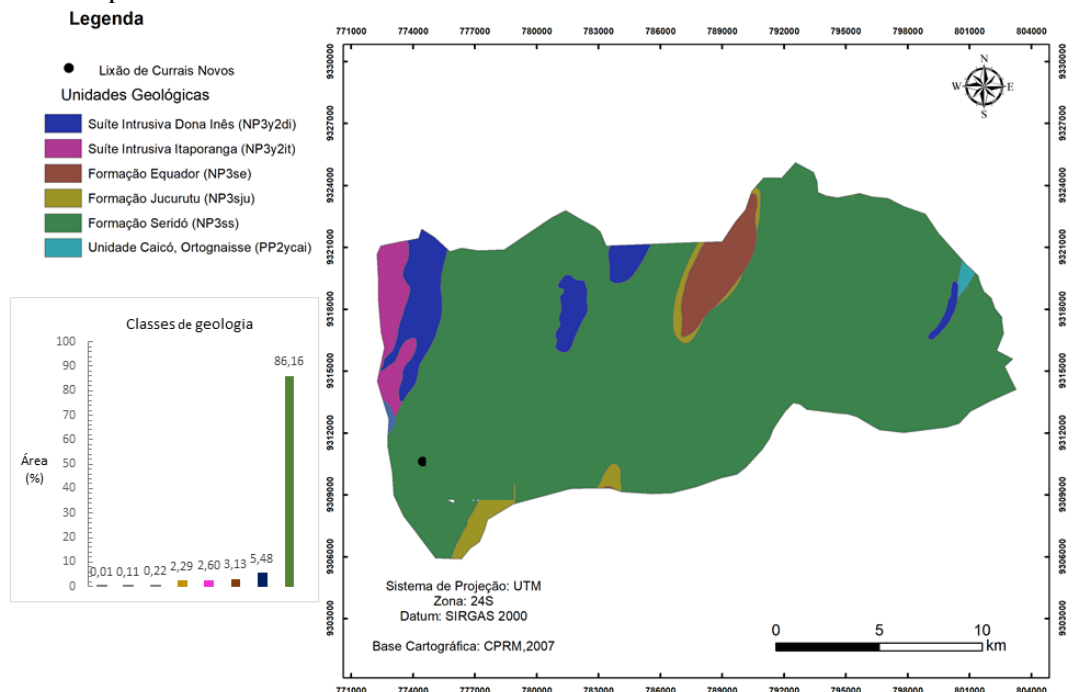


Figura 5 – Classes de uso e ocupação do solo da microbacia do rio Currais Novos, onde está inserido o lixão do município de Currais Novos

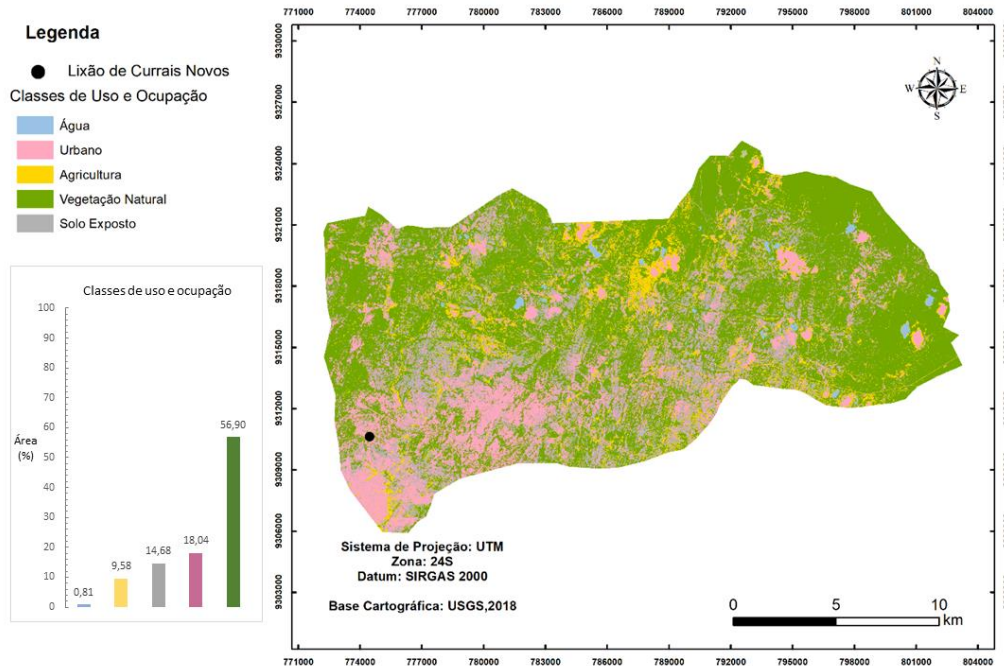


Figura 6 – Mapas reclassificados para obtenção do mapa de vulnerabilidade a erosão da microbacia do rio Currais Novos

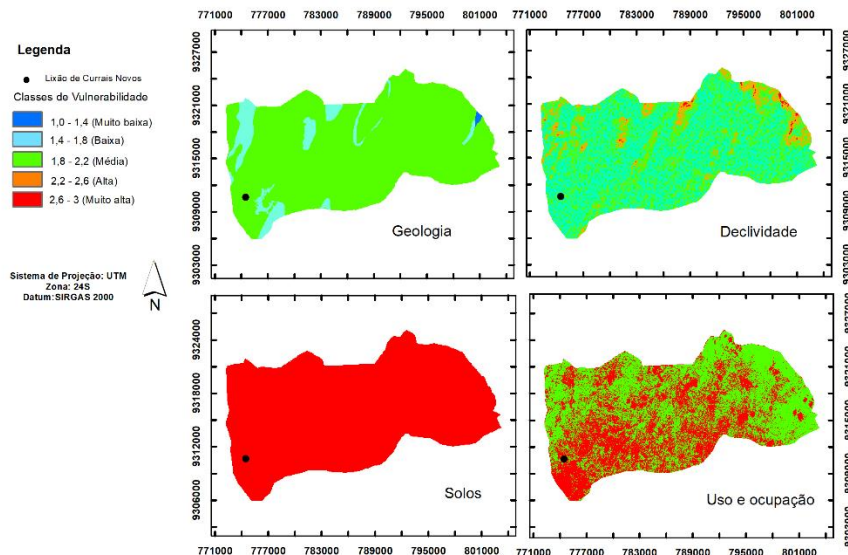
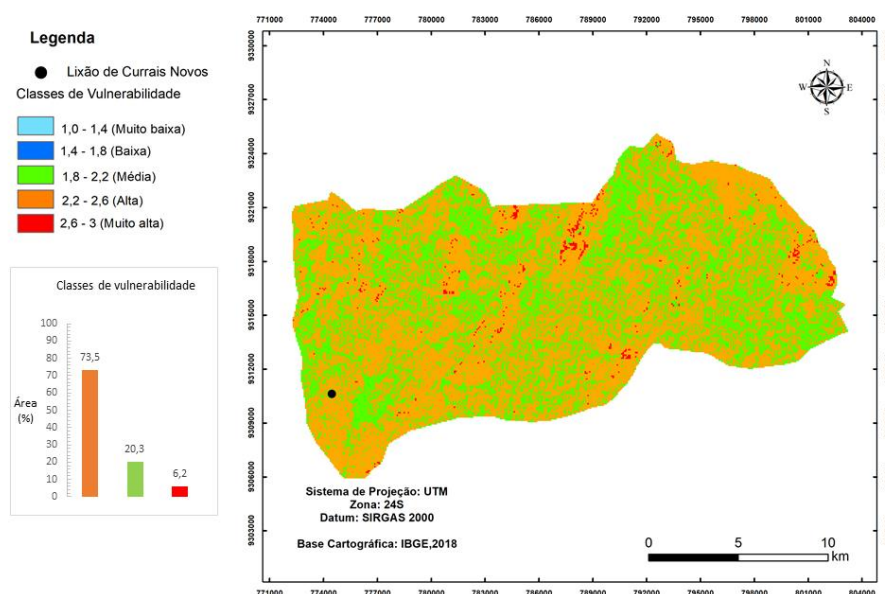


Tabela 3 – Áreas em porcentagem das classes de vulnerabilidade a erosão dos mapas reclassificados

Vulnerabilidade	Solo (%)	Geologia (%)	Declividade (%)	Uso e Ocupação (%)
1 - 1,4 (Muito Baixa)	0,0	0,01	0,0	0,0
1,4 - 1,8 (Baixa)	0,0	13,81	39,88	0,0
1,8 - 2,2 (Média)	0,0	86,16	53,40	57,70
2,2 - 2,6 (Alta)	0,0	6,95	6,35	0,0
2,6 - 3 (Muito Alta)	100,00	0,00	0,37	42,30

Figura 7 – Vulnerabilidade a erosão da microbacia do rio Currais Novos, onde está inserida área de disposição irregular do município de de Currais Novos – RN



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da microbacia do rio Currais Novos apresentar cobertura vegetal nativa em grande parte de sua extensão, a pedologia e o uso e a ocupação do solo por atividades antrópicas condicionam a ocorrência de alta vulnerabilidade do solo a erosão hídrica na microbacia do Rio Currais Novos.

A área de disposição irregular de resíduos sólidos do município de Currais Novos está inserida numa área que apresenta alta vulnerabilidade do solo a erosão hídrica, o que sugere que o cessamento dessa atividade e a recuperação dessa área são ações importantes para a manutenção da qualidade da microbacia.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ANDRADE, M. G. et al. Metais pesados em solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: I - fitoextração. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1879-1888, 2009.
- AQUINO, A. R. et al. Vulnerabilidade ambiental. [S.l: s.n.], 2017.
- COMPANHIA DE PESQUISAS EM RECURSOS MINERAIS (CPRM). Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. 2007.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CUMBANE, B. L. et al. **Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica para a determinação do Potencial Natural de Erosão dos solos no Distrito de Sussundenga - Moçambique**. Universidade Técnica de Lisboa, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de solos do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2018.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 399–409, 2007.
- FUSHIMI, M. et al. Vulnerabilidade ambiental e aplicação de técnicas de contenção aos processos erosivos lineares em áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 343–356, 2013.
- GUO, Q. et al. A study based on runoff plot data. **Catena**, [s.l.], v. 124, p.68-76, 2015.
- Haidara, Imane et al. Efficiency of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to detect soil erosion vulnerability. **Geoderma**, [s.l.], v. 354, 113853, nov. 2019
- LEPSCH, I. F. et al. Manual para Levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, pp.175, 2015.
- MACHADO, L. N. et al. Vulnerabilidade à perda de solo na microbacia Lajeado Pessegueiro, Brasil. **Scientia Agropecuaria**, v.10, n.2, p.159 – 16, 2017.
- MIGUEL, A. E. S. et al. Diagnóstico da vulnerabilidade ambiental da bacia do rio taquaruçu/ms. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [s.l.], v. 9, n. 2, p.17-33, 2013.
- MOURI, G. et al. Spatial and temporal variation in nutrient parameters in stream water in a rural-urban catchment, Shikoku, Japan: Effects of land cover and human impact. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v. 92, n. 7, p.1837-1848, 2011.
- NASCIMENTO, A. R. V. J. **Atributos físicos e químicos de áreas degradadas pela mineração de scheelita na região tropical semiárida**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

PEREIRA, R. A. et al. Efeito das atividades agropastoris sobre os atributos físico-químicos de três classes de solos de uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro. **Bol. Goia. Geogr.**, v. 34, n. 1, p. 169–188, 2014.

ROVANI, F. et al. Análise da vulnerabilidade natural à perda de solo de Barão de Cotegipe, RS. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 29, p. 262-278, 2015.

VAEZI, A. R.; HASANZADEH, H.; CERDÀ, A. Developing an erodibility triangle for soil textures in semi-arid regions, NW Iran. **Catena**, [s.l.], v. 142, p.221-232, jul. 2016.

ZOU, T; YOSHINO, K. Environmental vulnerability evaluation using a spatial principal component approach in the Daxing'anling region, China. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 78, p.405-415, 2017.