



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA - PROPGEÓ**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**MAPEAMENTO DE
VOÇOROCAS E DO RISCO DE
EROSÃO EM ÁREA URBANA
NO OESTE DO ESTADO DO
MARANHÃO**

**Larissa Thais dos Santos de
Macedo**

**José Lindomar da S. Moraes
Júnior**

Adriano de Lima Santos

Marcelino Silva Farias Filho

Citação: MACEDO, L. T. S.;
MORAES JÚNIOR, J. L. S.;
SANTOS, A. L.; FARIAS
FILHO, M. S. MAPEAMENTO
DE VOÇOROCAS E DO
RISCO DE EROSÃO EM
ÁREA URBANA NO OESTE
DO ESTADO DO MARANHÃO.
Revista GeoUECE (Online), v.
08, n. 14, p. xx-xx, jan./jun.
2019. ISSN 2317-028X.



MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS E DO RISCO DE EROSIÃO EM ÁREA URBANA NO OESTE DO ESTADO DO MARANHÃO

MAPPING OF GULLY AND THE RISK OF EROSION IN URBAN AREA IN THE WEST STATE OF MARANHÃO

MAPA DE VOZOROCAS Y DEL RIESGO DE EROSIÓN EN ÁREA URBANA EN EL ESTADO DEL MARANHÃO

Larissa Thais dos Santos de MACEDO¹

José Lindomar da S. MORAES JÚNIOR²

Adriano de Lima SANTOS³

Marcelino Silva FARIAS FILHO⁴

¹ Graduada, Universidade Federal do Maranhão, e-mail: larissathais08th@gmail.com

² Graduado, Universidade Federal do Maranhão, e-mail: moraesjls@hotmail.com

³ Graduando, Universidade Federal do Maranhão, e-mail: adrianodelima@outlook.com

⁴ Prof. Dr. da Universidade Federal do Maranhão, e-mail: marcelinofarias@ufma.br

RESUMO

Dentre os fatores de erosão, a erodibilidade combinada a um relevo irregular, assume posição de destaque e determina o grau de susceptibilidade dos solos a serem erodidos. Por outro lado, as atividades desenvolvidas pelo homem alteram a dinâmica desse processo, acelerando suas ações. Em Buriticupu, município situado na porção centro oeste do Estado do Maranhão, os solos já tiveram sua erodibilidade elevada mencionada em diversos trabalhos, porém nenhum estudo que determinem valores para os atributos químicos e físicos dos solos foi elaborado e publicado. Neste sentido, a presente pesquisa objetivou identificar e mapear os processos erosivos por voçorocamento na sede municipal de Buriticupu – MA. O município sofre com os problemas erosivos, já sendo percebidas voçorocas que fizeram desaparecer residências e que aumentam sua ação, em especial no período mais intenso das chuvas. As atividades humanas associadas à impermeabilização de vias e condução das águas pluviais e esgotos para as encostas sem canal escoadouro, galeria ou tubulação, associadas ao uso e ocupação das encostas são atividades que aceleram intensamente a erosão, fato que tem causado danos ambientais e sociais das comunidades situados no entorno das inúmeras voçorocas situadas em Buriticupu.

Palavras-Chave: Atividades humanas. Erosão. Mapas de risco.

ABSTRACT

Among the erosion factors, the erodibility combined with an irregular relief, assumes a prominent position and determines the degree of susceptibility of the soils to be eroded. On the other hand, the activities developed by man alter the dynamics of this process, accelerating his actions. In Buriticupu, a municipality located in the center-west portion of the state of Maranhao, soils have already had their high erodibility mentioned in several studies, but no study that determines values for soil chemical and physical attributes was elaborated and published. but no studies that determine values for soil



chemical and physical attributes were elaborated and published. In this sense, the present research aimed to identify the erosive processes in the municipal headquarters of Buriticupu. The municipality suffers from erosion problems, with gullies being perceived that have made homes disappear and increase their action, especially in the heaviest rainy season. The human activities associated with the waterproofing of roads and the conduction of rainwater and sewage to the slopes without a canal, gallery or pipe, associated with the use and occupation of the slopes are activities that accelerate erosion intensely, a fact that has caused environmental and social damages of the communities located around the numerous gullies located in Buriticupu.

Keywords: Human activities. Erosion. Risk maps.

RESUMEN

El presente trabajo presenta un análisis de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Jacurutu mediante relieves sombreados y mapas de pendientes. El área de estudio se encuentra en la parte central de la cuenca del Acaraú, en el noroeste del estado de Ceará. Los productos se fabricaron en base a imágenes de radar de la Misión Topográfica de Radar de Transbordador (SRTM), y los proyectos Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Map Announcement (ASTER) que se procesan a través de un Sistema de Información Geográfica (GIS), el software QGIS. El análisis de estos mapas permitió la identificación de características mediante sombreado generado por la inclinación de la fuente de luz en su acimut y una limitación de seis clases de pendientes. Los resultados apuntan a contribuir al desarrollo de una base de datos digital georreferenciada del área de estudio, integrada con otras fuentes, a fin de permitir una compartimentación fisiográfica detallada de la región.

Contraseñas: Declive. Relieve sombreado. Gis

1. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos dos problemas causados por processos erosivos ainda são muito desconhecidos da maioria das pessoas, do fazendeiro que faz uso da terra para criação de gados ao pedreiro. A erosão é o desgaste e/ou arrastamento da superfície da terra pela ação mecânica e química da água corrente, vento, gelo, intemperismo, transporte ou outros agentes geológicos (EMBRAPA).

O solo é o resultado de uma dinâmica constante de materiais minerais e orgânicos que vão sendo depositados em camadas em função de diversos fatores que atuam, conjuntamente, para sua formação, sendo eles: relevo, organismos, material de origem, tempo e clima. O conhecimento da geomorfologia e do solo local é importante para uma análise prévia de como o terreno pode responder aos processos erosivos.



Outro fator importante no reconhecimento de processos erosivos são as atividades antrópicas, que são muito relevantes na dinâmica de uso e ocupação do solo, assim como no remodelamento do relevo. Para a realidade de Buriticupu, em que os solos naturalmente possuem elevada erodibilidade, a erosividade das chuvas, bem como as atividades produtivas desenvolvidas no município, como a pecuária extensiva, e agricultura de corte e queima e o cultivo intensivo de grãos, configuram-se como de grande importância no favorecimento de dos processos erosivos por voçorocamento.

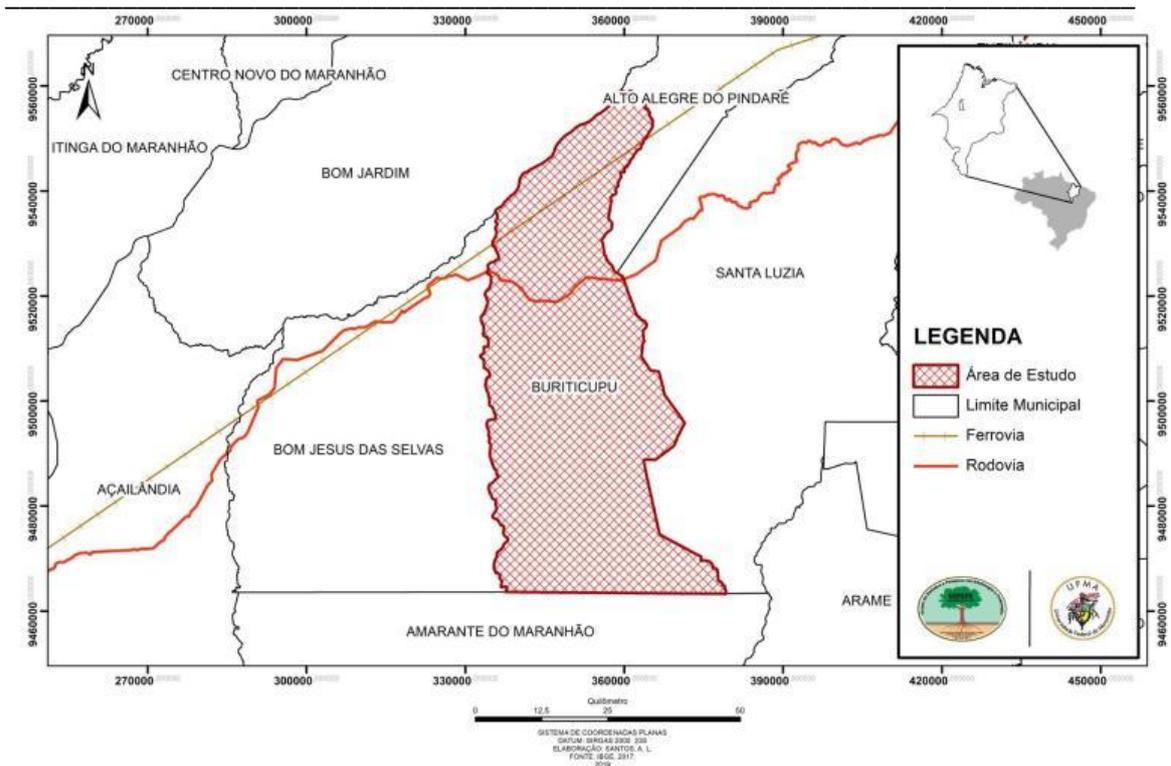
Uma maneira de se lidar com esse problema, que com o passar do tempo tende a crescer cada vez mais é através de mapas de riscos. Com eles é possível ter uma ideia de como agir em determinadas localidades que apresentam esses problemas. O fato é que para criação desses mapas a área de estudo deve ser estudada e pesquisada, e a partir dos resultados obtidos, confeccionar um mapa que expresse claramente as áreas de risco de erosão. Com isso o objetivo deste trabalho foi identificar e localizar os principais tipos de erosão do tipo de Voçoroca no município de Buriticupu, oeste do Estado do Maranhão.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

O município de Buriticupu, Maranhão, está localizado entre as coordenadas 03°59'17,243" S e 46°30'24,653" O e 04°51'16,621" S e 46°05'21,782" O. Está inserido na Microrregião do Pindaré, que por sua vez, compõe a Mesorregião do Oeste Maranhense. Limita-se ao Norte com o município de Bom Jardim e Alto Alegre do Pindaré; ao Sul, com Amarante do Maranhão; a Leste, com Bom Jesus das Selvas; e a Oeste, com o município de Santa Luzia (**Figura 02**).

Figura 01: mapa de localização de Buriticupu - MA



O município teve seu processo de colonização ampliado a partir dos anos de 1970, em função do projeto de colonização organizado e financiado pelo Governo do Estado que deu origem a um povoado chamado Buriticupu, às margens de rio Buriti. Ressalta-se que a toponímia é oriunda da junção do nome de dois frutos típicos da região: buriti e cupuaçu (IBGE, 2017).

2.2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas, a saber:

- Revisão de literatura sobre a temática abordada e a área estudada, em livros, monografias e artigos.
- Trabalhos de campo realizados entre 2015 e 2016, onde foi feita a caracterização da área de estudo, dos processos erosivos e da situação de uso e ocupação do solo. Houve entrevistas informais com os moradores que puderam esclarecer o avanço das voçorocas no decorrer do tempo.
- A última etapa consistiu na elaboração da parte escrita do trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



As características climáticas do local são marcadas pela concentração das chuvas entre os meses de janeiro e junho, com os picos das chuvas situadas entre os meses de março e abril (COSTA, 2015). É exatamente nesses meses que os processos erosivos mais se aceleram e aumentam sua área de impacto.

Por ser uma das últimas ramificações da Serra do Gurupi, no sentido norte, o relevo da região apresenta-se em forma de um grande tabuleiro, separado por vales na direção norte-sul, com altitudes médias de 350 m com superfície plana e levemente ondulada, com planície aluvionar que caracteriza-se por apresentar uma superfície extremamente horizontada, onde os sedimentos inconsolidados (areias, argilas e cascalhos) encontram-se depositados nos cursos d'água do município (CPRM, 2011), (COSTA, 2015).

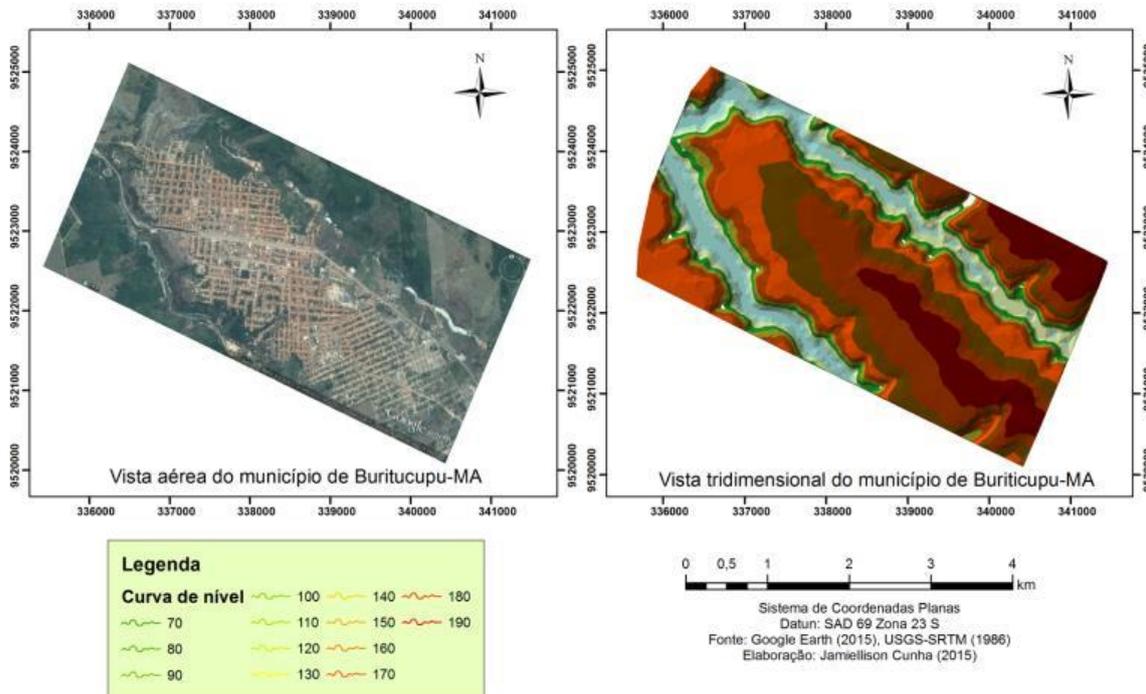
Observou-se que o reborbo erosivo está ativo, devido a atividades antrópicas, como a construção de casas e a presença das caeiras (locais onde se produz carvão), e também a canalização de água para as voçorocas, favorecendo o aumento da área a ser mapeada, que tende a aumentar com o passar dos próximos períodos chuvosos.

Os processos erosivos encontrados na cidade estão instalados em locais de ruptura de declive da borda do platô (**Figura 02**), onde a cidade está instalada.



Figura 02: Modelo Digital de Elevação da área da sede municipal de Buriticupu, demonstrando a grande diferença de cota entre o platô em que o sítio da cidade foi instalado em comparação às áreas de expansão urbana.

Modelo Digital do Terreno da sede Municipal de Buriticupu-MA



Fonte: Cunha (2015)

A feição erosiva estudada enquadra-se como erosão do tipo voçoroca, isto é, desenvolveu-se pela ação do escoamento superficial concentrado proveniente da área urbana (**Figura 03**), associado ao lançamento das águas pluviais, de forma inadequada, diretamente na cabeceira de drenagem, atingindo o lençol freático.



Figura 03: Vista frontal da voçoroca situada no bairro Santos Dumont, sede municipal de Buriticupu



Fonte: Dados da pesquisa/maio de 2016

Os focos erosivos podem estar relacionados a processos de evolução de altas bacias em processo de dissecação erosiva em bordas de planaltos (caso de Buriticupu) e, ao mesmo tempo, de reativação de cabeceiras de drenagem. Porém, a erosão pode ser acelerada e com claras evidências de ser resposta à ocupação intensiva e inadequada de terras, em flagrante desrespeito à legislação ambiental, que desde meados de 1960 já determinava áreas de proteção em nascentes, margens fluviais e terrenos declivosos (CASTRO, 2005).

O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n. 12651, de maio de 2012) atualmente em vigor define como Área de Preservação Permanente: as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura



mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação, dentre outras (Artigo 4º.).

As APP's acima listadas são aquelas caracteristicamente ocupadas nas frentes da expansão urbana da cidade de Buriticupu, fato que tem resultado no surgimento e intensificação de voçorocas. Essa ocupação acontece em ruas sem pavimentação, em bairros como Santos Dumont, Vila Isaias e Caeminha, onde em alguns pontos apresenta-se dificuldade de circulação de pessoas e veículos. Essas ruas estão localizadas em terrenos com declividade que favorece o aceleração da enxurrada e o processo de retirada de partículas do solo. Nesses locais existem casas que foram construídas nas encostas dos morros, correndo o risco de deslizamento.

Durante a realização de visitas ao bairro Caeminha, foi possível ouvir relatos interessantes de um dos moradores da localidade (senhor Antônio Brito dos Santos, 2016), afirmando que morou dez anos na área considerada de risco e há mais ou menos cinco anos teve sua residência destruída pela voçoroca. Ele também declarou que após a retirada de lateritas para a construção civil na área do bairro o processo de crescimento da voçoroca intensificou (**Figura 04**).

Figura 04: Vista da voçoroca situada no bairro Caeminha, sede municipal de Buriticupu.



Fonte: Dados da pesquisa/Junho de 2016.



Outra moradora, a senhora Maria Lúcia Bezerra da Silva (2015), relatou que reside no local há mais de dez anos, onde seu quintal foi destruídos pela voçoroca e está mais ou menos uns três metros da sua casa, ela disse que no início o local era um caminho que as pessoas utilizavam para chegar ao povoado Serra das Pulgas e com o passar do tempo a erosão foi se alargando e tomando conta de todo o terreno. Ela declarou que tem muito medo quando chega o inverno, pois, as barreiras (taludes erosivos) “começam a cair e emitem um som horrível como se a terra tivesse rachando”. Nesta área existia um córrego que havia sido represado para a construção de um açude e que com o desenvolvimento do processo erosivo foi assoreando e se tornou um brejo onde os moradores utilizam para pesca e serviço doméstico como lavagem de roupas.

No bairro Santos Dummont, o processo erosivo assoreou um grande curso d’água conhecido como açude Vila Nova, que a comunidade utilizava para as atividades domésticas, pesca e lazer (**Figura 05**). Nesse mesmo bairro, Guiomar (2015) informou que “determinados moradores que tiveram suas residências destruídas pela voçoroca receberam outras na Vila Isaías e os outros foram para uma área de ocupação irregular no Bairro Portelinha”. Pessoas de baixa renda que não querem e muitas outras não têm para onde irem, relatam que durante o inverno a terra treme (terremoto a tectônico) e escutam os barrancos caindo e todos ficam apavorados.



Figura 05: Vista da voçoroca e do açude Vila Nova situada no bairro Santos Dumont, sede municipal de Buriticupu.



Fonte: Dados da pesquisa/maio de 2016.

É interessante notar que os deslizamentos de encostas ocorrem em razão da força gravitacional associada à presença de água no solo. O acúmulo de água no solo decorrente das precipitações reduz o atrito interno entre as partículas permitindo o seu movimento pela força gravitacional. Além disso, o solo saturado aumenta o peso da cobertura gerando maior instabilidade (KARMANN, 2008).

Com base no exposto, constatou-se que a degradação do solo por erosão na localidade se deu a partir de um conjunto de características presentes na área de estudo. A inclinação do terreno, somada aos expressivos índices pluviométricos são os principais agentes geomórficos. Sendo assim, o desenvolvimento e aumento da erosão no local se deram a partir do desmoronamento do material em razão de intensos episódios de chuva que culminaram em mais desmoronamentos e no transporte de material, assoreando o Açude Vila Nova (**Figura 06**).



Figura 06: Vista da voçoroca e do material sendo carregado para o açude Vila Nova situado no bairro Santos Dumont, sede municipal de Buriticupu.



Fonte: Dados da pesquisa/julho de 2015.

As voçorocas de Buriticupu em geral também são utilizadas como depósito de resíduos sólidos (**Figura 07**) que é gravíssimo porque prejudica o solo e a saúde. Essa voçoroca, por alguns anos foi utilizada como depósito de resíduos sólidos da cidade, o que pode ser observado a partir da camada sobreposta ao solo (depósito tecnogênico) no talude erosivo. Cabe ressaltar, que o acúmulo desses resíduos no interior e bordas das voçorocas, instabilizam ainda mais as incisões, uma vez que os materiais orgânicos armazenam quantidade expressiva de água junto à superfície, tornando os solos mais friáveis ou promovendo solifluxão. Os materiais inorgânicos, por sua vez, em sua grande maioria são impermeáveis, o que contribui para acúmulo e escoamento rápido das águas pluviais, fato que também resulta no desalojamento de sedimentos, ou seja, no incremento da erosão.



Figura 07: Vista da voçoroca com resíduos sólidos do antigo lixão situada na Vila Isaías, sede municipal de Buriticupu.



Fonte: Dados da pesquisa/junho de 2015.

Um problema adicional é que toda a água pluvial e de esgotamento é canalizada para as bordas das voçorocas, tornando-as mais instáveis e dinâmicas (**Figura 08**).



Figura 08: Vista aérea de voçoroca situada no bairro Santos Dumont, sede municipal de Buriticupu, com indicação do sentido de escoamento superficial das águas pluviais e servidas para as bordas ativas da feição erosiva.



Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-uzFqgDg6tRc/URz3SZhJptI/AAAAAAAAA7U/vB8Wk4IggGM/s1600/198565_111347745612921_4010824_n.jpg.

Além dos fatos citados, observa-se na borda da voçoroca da Vila Santos Dumont vários fornos de carvão vegetal que geram desmatamento, tanto para a limpeza da área para instalação quanto para extração de madeira usada como combustível (**Figura 09**). Tal problemática expõe ainda mais os solos à erosão pela desestabilização da borda e aumento do fluxo superficial.



Figura 09: Vista aérea dos fornos de carvão vegetal e da voçoroca situada no bairro Santos Dumont, sede municipal de Buriticupu



Fonte: Exército Brasileiro/dezembro de 2015.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a necessidade de haver um acompanhamento periódico do avanço das voçorocas, como também das construções de seu entorno. Os mapas de risco devem ser feitos se baseando na progressividade do avanço dos processos erosivos, e também da área em que está ocorrendo o voçorocamento, ou seja, se esta área tem baixa ou alta declividade.

Este quadro de erosão permanece crítico enquanto a expansão de áreas urbanas não for planejada e executada com os devidos critérios, ou seja, enquanto não for implementada uma política local, integrando ações intersetoriais – Secretária de Planejamento de Obras e Serviços, Secretária de Habitação, entre outros setores de combate à erosão urbana priorizando o nível preventivo e corretivo.

Portanto, é possível minimizar problemas das áreas estudadas, aplicando algumas sugestões para o problema de erosão/voçoroca: reflorestar com aplicação de adubo, pois os solos são pobres quimicamente (distróficos) e bastante intemperizados; manter as áreas verdes; realizar um planejamento



urbano com infraestrutura adequada; zoneamento sobre áreas de risco; realizar obras de controle de erosão como construção de arrimo, terraceamento e disciplinar águas superficiais através de sistemas eficientes de drenagem; trabalhos de educação ambiental que devam atingir toda a população; fiscalização efetiva dos órgãos do poder público municipal.

Deste modo as medidas mitigadoras são imprescindíveis para garantir o uso e ocupação do solo de forma adequada e equilibrada sem pôr em risco a vida dos moradores salvaguardando seus direitos como munícipes de Buriticupu. A pesquisa se mostrou inconclusa, pois há necessidade de aprofundamento das análises e mapeamento de todas as feições erosivas antigas e recentes. Este mapeamento auxiliará na elaboração de um plano de combate à erosão e controle do uso e ocupação dos solos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, Camila da Silva. **Análise de Parâmetros Gemorfológicos da Sub-bacia do Rio Jacurutu, Santa Quitéria-CE, com Base em Dados do ASTER GDEM.**In: XIX Encontro de Iniciação Científica, 2017.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. **Bacia Hidrográfica – Acaraú.** Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/base-cartografica/category/60-bacia-hidrografica-acarau>>. Acesso em: 11/10/2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço **Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro:1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1).

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T.Z. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNCEME. **Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará.** Fortaleza: FUNCEME, 2009, p. 52.

GONÇALVES JÚNIOR, J.T.; SOUZA, M.J. N. Caracterização ambiental de Santa Quitéria, Ceará: a nova cidade uranífera do Brasil. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 1368-1377, 2012.



GUIMARÃES, L.S.; FERREIRA, E.M.; SOARES, L.P.; CUNHA, F.S.S. **Análise Geoambiental da Sub-bacia do Rio Jacurutu-CE.** V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial. Fortaleza, 2016.

LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 9, n. 1-2, p.77-86, 1979.

NASA. **Shuttle Radar Topography Mission.** 2004. Disponível em: Acesso em: 18/10/2016.

NASCIMENTO, F. R. Bacias hidrográficas intermitentes sazonais e potencialidades hidroambientais no nordeste setentrional brasileiro. **GEographia**, v. 16, n. 32, 2014, p.90-117. Disponível em: <www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/718/488>. Acesso em 18/12/2015.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto:** princípios e Aplicações. São Paulo. Es.: Edgard Blucher, 2010. 308p.

SOUZA, Jander Adelaide. **Análise de Parâmetros Gemorfológicos da Sub-bacia do Rio Jacurutu com Base em Dados SRTM.**In: XIX Encontro de Iniciação Científica, 2017.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006

USGS. **Earth Explorer.** 2015. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/> >. Acesso em: 20 / 10/2016.

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA:** Guia de utilização de dados geomorfométricos locais. INPE, 2008. Disponível em: Acesso em 15/12/2016.