



APLICABILIDADE DAS GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE VULNERABILIDADES AMBIENTAIS E SOCIAIS

Applicability of geotechnologies in the analysis of environmental and social vulnerabilities

Aplicabilidad de las geotecnologías en el análisis de vulnerabilidades ambientales y sociales

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v24.855>

José Lindemberg Bernardo da Silva¹

Franklin Roberto da Costa²

Histórico do Artigo:

Recebido em 22 de setembro de 2022

Aceito em 29 de junho de 2023

Publicado em 03 de julho de 2023

RESUMO

O tema vulnerabilidade vem sendo cada vez mais discutido e abordado em estudos científicos, para tanto, as geotecnologias têm se tornado um aporte para fornecer dados a fim de que as vulnerabilidades sejam descobertas e manejadas de forma correta. Dentro desse contexto, o presente estudo teve como intuito apresentar a importância do uso das geotecnologias para a análise das vulnerabilidades, bem como apresentar trabalhos com estudos acerca das vulnerabilidades utilizando as geotecnologias, permitindo as devidas procedências quanto ao uso e manejo de determinadas áreas estudadas, evitando danos mais sérios aos espaços em questão. Foram analisados 31 trabalhos acadêmicos de diversas bases de dados, e após feita a triagem, restaram 16 artigos abordando o tema proposto, onde tais estudos proporcionaram novas perspectivas acerca da análise da vulnerabilidade e o uso das geotecnologias para esse processo.

Palavras-Chave: Vulnerabilidades. Geotecnologias. Indicadores.

ABSTRACT

The vulnerability theme has been increasingly discussed and addressed in scientific studies, therefore, geotechnologies have become a contribution to provide data so that vulnerabilities are discovered and managed correctly. Within this context, the present study aimed to present the importance of the use of geotechnologies for the analysis of vulnerabilities, as well as to present works with studies about vulnerabilities using geotechnologies, allowing the proper origins regarding the use and management of certain areas studied, avoiding more serious damage to the spaces in question. Thirty-one academic works from different databases were analyzed, and after screening, 16 articles remained on the

¹ Mestrado em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Professor pelas Faculdades Integradas do Ceará (UniFIC). E-mail: bergbernardo.s@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4090-6440>

² Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/RN. Professor Adjunto IV do Departamento de Geografia e Professor do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais do Semiárido no Campus Avançado de Pau dos Ferros (CAPF) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). E-mail: franklincosta@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7708-0668>

proposed theme, where such studies provided new perspectives on vulnerability analysis and the use of geotechnologies for this process.

Keywords: Vulnerabilities. Geotechnologies. indicators.

RESUMEN

El tema de la vulnerabilidad ha sido cada vez más discutido y abordado en los estudios científicos, por lo que las geotecnologías se han convertido en un aporte para aportar datos para que las vulnerabilidades sean descubiertas y gestionadas correctamente. Dentro de este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo presentar la importancia del uso de geotecnologías para el análisis de vulnerabilidades, así como presentar trabajos con estudios sobre vulnerabilidades utilizando geotecnologías, que permitan proceder adecuadamente en cuanto al uso y manejo de ciertas áreas estudiadas, evitando daños más graves a los espacios en cuestión. Se analizaron 31 trabajos académicos de diferentes bases de datos, y luego de la proyección quedaron 16 artículos sobre la temática propuesta, donde dichos estudios brindaron nuevas perspectivas sobre el análisis de vulnerabilidad y el uso de geotecnologías para este proceso.

Palabras clave: Vulnerabilidades. Geotecnologías. Indicadores.

INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento, a humanidade tem se utilizado dos recursos ambientais para benefício próprio, e é graças aos recursos que a natureza oferece que esta pôde se desenvolver, porém com a crescente demanda para geração de energia utilizada para diversos fins, tornou-se necessária a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais a fim de evitar crises e déficit de matéria prima (OLIVEIRA; SILVA, 2016).

No entanto, a apropriação dos recursos naturais não ocorreu de maneira sustentável, consequentemente causando a escassez e deterioração dos recursos em áreas mais frágeis, pois os crescimentos irregulares e desordenados das cidades, sem o devido planejamento e manejo ambiental, acabam gerando territórios suscetíveis a degradação (BARBOSA et al, 2019).

O processo de urbanização dos grandes centros pode ser caracterizado como desordenado, diversificado, acelerado, desigual e concentrado, e esse crescimento trouxe uma série de impactos e consequências para as cidades podendo ser citados a favelização, aumento da violência, níveis de poluição alterados, entre outros (VASCONCELOS et al, 2019).

Para que sejam evitados tais impactos, torna-se necessário o estudo acerca dos atributos físicos e químicos do solo e quais as respostas quanto à ocupação auxiliando o poder público sobre as medidas a serem tomadas sobre o manejo adequado do solo naquela região destacando a vulnerabilidade do ambiente mantendo a qualidade ambiental e implementando políticas ambientais (BARBOSA et al, 2019).

Os prejuízos sociais causados pela alta vulnerabilidade afetam principalmente os mais pobres da região, já que possuem qualidade de vida muito abaixo da média nacional, pois a crescente perda afeta as unidades familiares em questão mesmo quando há a adoção de técnicas modernas para diminuir os impactos da vulnerabilidade (COSTA FILHO; BARBOSA; PETTA, 2008).

Vulnerabilidade é definida como o conjunto de características da população e a sua capacidade em responder e de se recuperar a eventos adversos externos variando de acordo com as particularidades dos indivíduos e do ambiente em questão. A mensuração da vulnerabilidade é dada através de fatores sociais e físicos (BIRKMANN & WELLE, 2016; HUMMELL et al., 2016; CUTTER, 2011).

Os estudos acerca da vulnerabilidade têm se tornado amplamente utilizados para analisar as mais distintas áreas através dos indicadores ambientais, e de forma abrangente tem incluído diversos pesquisadores e organizações a fim de definirem quais probabilidades de determinada área em estudo ser afetada de forma negativa por um evento natural ou que ocorra contaminação de algum elemento ambiental (LOPES, 2019).

Concordando, Monteiro (2011) afirma que:

Ao que se refere a vulnerabilidade social, [...] é um conjunto de características, de recursos materiais ou simbólicos e de habilidades inerentes a indivíduos ou grupos, que podem ser insuficientes ou inadequados para o aproveitamento das oportunidades disponíveis na sociedade” (p. 35).

A discussão sobre vulnerabilidade se amplia quando há discussões a respeito de fatores de escala, seja aquela mais geral ou global, ou a mais específica, que se relaciona com o lugar. Segundo Marandola Júnior e Hogan (2006, p. 35), *“a identificação do que seriam os “fatores de risco” e as estruturas sociais de produção, distribuição e enfrentamento do perigo, fica muito mais difícil de ser discernível”*, ou seja, são necessários mais aspectos e dados para a análise da vulnerabilidade, sendo as geotecnologias uma gama de fatores e possibilidades para proporcionar parte dessa análise.

As geotecnologias possibilitam a execução de estudos ambientais, pois somente com o mapeamento da vulnerabilidade ambiental pode ser iniciado o processo de prevenção e/ou recuperação de áreas que foram degradadas seja de forma antrópica, seja de forma natural. Essa constatação mostra a importância e a necessidade do desenvolvimento de estudos em áreas suscetíveis a vulnerabilidade (COSTA; VIEIRA, 2018).

O uso de geotecnologias constitui uma importante ferramenta no gerenciamento dos recursos, pois permite avaliar a área determinada a ser estudada, como a situação da cobertura vegetal

e a ocupação do solo, organizar e manipular tanto dados vetoriais quanto matriciais dentro de um banco de dados georreferenciados (ENCINA et al, 2018, p. 578).

O uso das geotecnologias vem sendo bastante difundido ao redor do mundo na elaboração de estudos e diagnósticos relacionados à questão da vulnerabilidade ambiental dos espaços urbanos construídos para ocupação antrópica. Embora venha sendo utilizada há muito tempo, somente após a década de 1970 que esta temática começou a ganhar destaque, pois as pesquisas deixaram de se preocupar apenas com os perigos naturais e passaram a focar nos perigos sociais e tecnológicos atrelados a implicações geoespaciais da ocupação humana (PAVANIN; CHUERUBIM; LÁZARO, 2017).

Para tanto, o presente trabalho tem objetivo principal apresentar a importância do uso das geotecnologias para análise de vulnerabilidades seja no contexto social ou no ambiental. Como objetivo específico, o referido pretende mostrar através da literatura estudos de vulnerabilidades a partir da utilização de geotecnologias para melhoramento de pesquisas e ações.

METODOLOGIA

O referido estudo caracteriza-se como exploratório, utilizando-se como técnica de pesquisa a revisão sistemática integrativa da literatura, com o objetivo de estabelecer um arcabouço teórico-fundamental para a relevância social do trabalho.

Para tanto, buscando compreender a temática em questão, na construção da revisão sistemática integrativa da literatura deste trabalho, foram consultados no período de fevereiro de 2020 a maio do mesmo ano, artigos publicados entre os anos de 2000 a 2020, de acesso livre nas Plataformas da Capes e do Google Acadêmico, estando indexados nas bases de dados SciELO e Web of Science. A partir de então, foram utilizados os seguintes descritores para a busca: Geotecnologias; Vulnerabilidade; e Análise, que, aglutinados no momento da busca no idioma português e inglês, os quais possibilitaram encontrar 31 publicações.

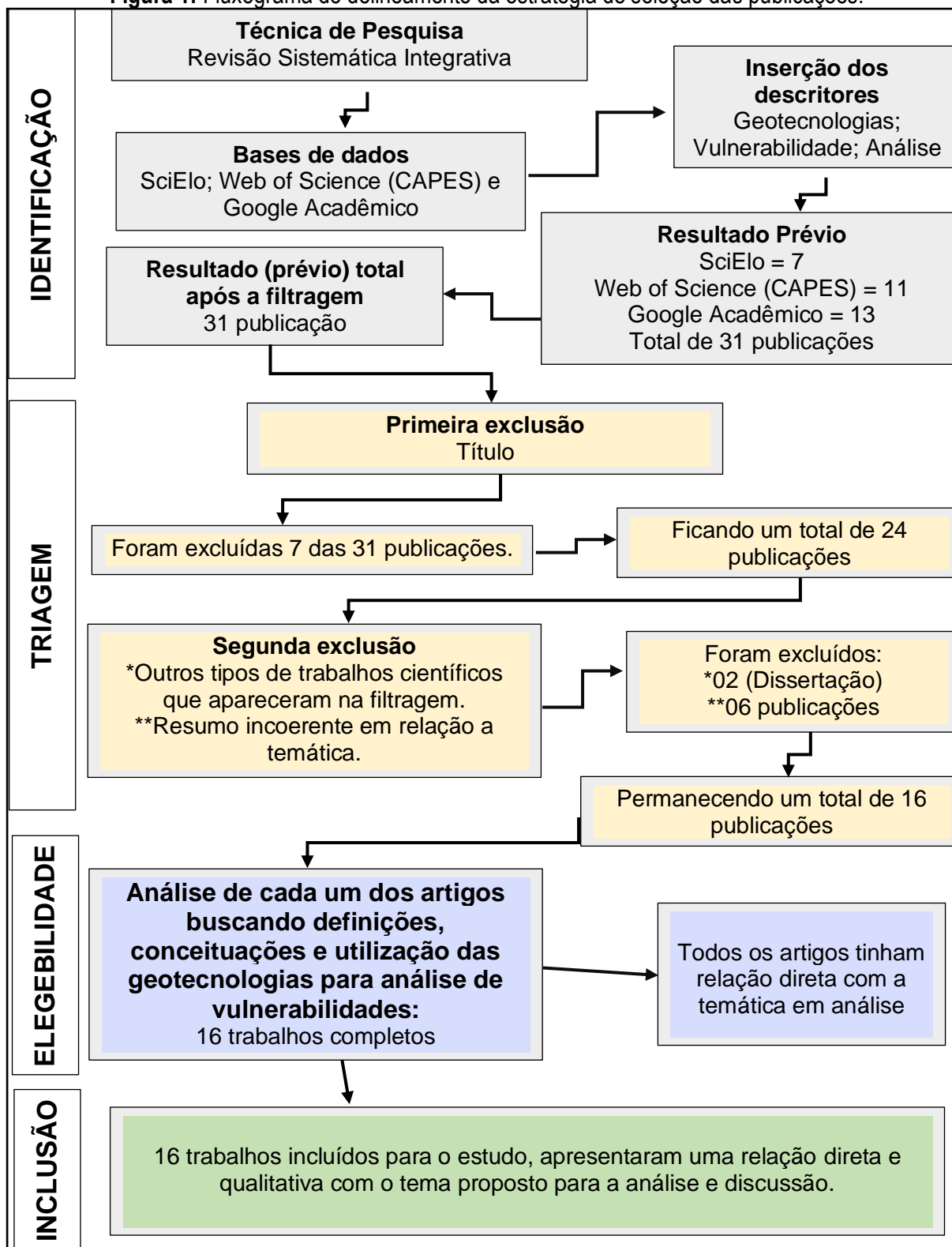
Inicialmente, foi realizada uma triagem para a identificação dos artigos que se repetiam nas plataformas analisadas, verificou-se que, dentre os resultados da filtragem não havia repetição de trabalhos. Logo, iniciou-se a exclusão dos artigos que não apresentaram nominalmente “geotecnologias”, “vulnerabilidade” ou “análise” no título do artigo. Foram excluídos, também, Dissertações que apareceram no momento da busca, além dos artigos, que, a partir da leitura do resumo, não condiziam com a temática em questão. No final, obteve-se como resultado o total de 16 publicações do tipo estudo de caso e

revisões sistemática da literatura, que foram lidos e analisados parcialmente, buscando: i) métodos para análise de vulnerabilidades a partir da utilização das geotecnologias; ii) identificar possíveis temas.

No segundo momento foram analisados cada um dos artigos para que pudessem fundamentar esta pesquisa, analisando definições, conceituações a utilização das geotecnologias para análise de vulnerabilidades. Ademais, nos textos que não apresentavam essa dinâmica de análise, foram excluídos. Após a análise e seleção dos textos, o resultado foi de 16 referências que embasaram a proposição desta pesquisa.

Podemos visualizar, de forma mais didática, o esquema de busca e seleção dos artigos através da Figura 1, que representa a linha metodológica para a construção do referencial teórico.

Figura 1: Fluxograma do delineamento da estratégia de seleção das publicações.



Fonte: Organizador por Autores, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o observado durante a construção do referido trabalho, há poucos estudos levantados que trabalham diretamente com o tema abordado. Foram encontrados um total de 31 trabalhos acadêmicos, que após verificação, restaram um total de 16 estudos. A análise de todos os trabalhos escolhidos permitiu que fossem identificados temas principais que se repetiam em todos, com alguns destes, sendo repetidos a mais do que outros.

Para elaboração da tabela, foram analisados os trabalhos e quais temas trabalhados por cada autor ao desenvolverem seus estudos acerca das vulnerabilidades e do uso das geotecnologias para analisar tais vulnerabilidades.

N.º	TÍTULO/ AUTOR/ ANO/ PERIÓDICO/ DESCRITORES	OBJETIVOS/ MÉTODOS	PRINCIPAIS RESULTADOS/ CONCLUSÕES
1	Geotecnologias Aplicadas ao Mapeamento da Vulnerabilidade Ambiental Estudo de Caso do Município de Rio Acima/MG (PIZANI F. M. C. et al, 2017). I Congresso Nacional de Geografia Física. Geoprocessamento; Geotecnologias; vulnerabilidade ambiental	Mapear áreas de vulnerabilidade ambiental no município de Rio Acima/MG, considerando principalmente as características do meio físico do município utilizando técnicas de geoprocessamento. Estudo de caso, análise de multicritério envolvendo os temas, geologia, solo, uso da cobertura de terra, declividade e altimetria.	Os resultados indicam vastas áreas vulneráveis no município, associada principalmente a presença de rochas suscetíveis ao deslizamento e grandes declives. O resultado obtido pode auxiliar órgãos públicos e privados na elaboração de medidas de prevenção e planejamento urbano.
2	Territórios Digitais: as Geotecnologias no Estudo da Construção Social dos Riscos e Vulnerabilidades nos Municípios de Caicó-RN e Medianeira-PR. (PAULI, F. F; BARBOSA. M. P. 2013). Revista Brasileira de Geografia Física. Geotecnologia; Índices de Vulnerabilidade; Áreas Rurais.	Apresentar e discutir diferentes representações da realidade social, econômica, tecnológica e às secas da população rural dos municípios de Caicó do Estado do Rio Grande do Norte e de Medianeira, do Estado do Paraná. Análise comparativa.	As atividades humanas na área rural se apresentam de forma diferente no aspecto do uso do solo pelas condições que a natureza impõe. No entanto as relações de capital no campo assemelham-se nas duas áreas com a exploração até a exaustão dos recursos naturais em favor do lucro, o que vem minando as relações entre a natureza e o ser humano. As condições naturais do clima nos dois municípios que podem ser consideradas como risco, não são responsáveis pelos desastres que acontecem nas duas regiões, mas sim a territorialização do capital e a

		ausência dos poderes públicos são os maiores riscos.
3	<p>Análise da Vulnerabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) Utilizando Geotecnologias. (SANTOS P. T; MARTINS. A. P. 2018).</p> <p>Revista do Departamento de Geografia.</p> <p>Bacia Hidrográfica; Mesorregião; Agropecuários; Geologia e Geomorfologia; Geotecnologia.</p>	<p>Analisar de forma sistêmica o espaço, a partir dos aspectos de paisagem e análise espacial, bem como aplicar técnicas de geoprocessamento para delimitação e quantificação do espaço preexistente e das características globais, estes, imprescindíveis à explicação da estrutura, comportamento e bom funcionamento de tal sistema.</p> <p>Revisão Bibliográfica</p> <p>Foi realizado o estudo da vulnerabilidade ambiental na área da BHRC, conforme metodologia de Crepani (2001), no qual se pode caracterizá-la como sendo de estabilidade intermediária, tendenciada a vulnerável (44,1%). Foram detectadas em campo vulnerabilidade maiores do que a que foi apresentada nos resultados dos mapas, isso se deve pela baixa vulnerabilidade obtida em alguns temas como o clima e geomorfologia.</p> <p>As áreas mais vulneráveis encontram-se próximas as principais nascentes da bacia, e indicam a necessidade de intensificação de ações de conservação nessas áreas e a efetivação de políticas específicas para controle e monitoramento ambiental.</p>
4	<p>Geotecnologias Aplicadas Na Análise Dos Indicadores Sociais Do Município De Grão Mogol - Minas Gerais. (BORGES, M. G.; RODRIGUES, H. L. A. 2016)</p> <p>Revista Desenvolvimento Social.</p> <p>Geotecnologias; Indicadores Sociais; Grão Mogol.</p>	<p>Comparar os indicadores econômicos e sociais do município de Grão Mogol dos anos 2000 – 2010, ponderando a criação da Usina Hidrelétrica de Irapé e as áreas de eucalipto na região.</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p> <p>Pode-se constatar houve uma mudança na economia do município, em 2000 havia predominância da agropecuária e em 2010 há o destaque do eucalipto.</p> <p>Embora Grão Mogol tenha um potencial de desenvolvimento grande devido aos fatores naturais existentes no município, não é aproveitado de forma eficiente.</p>
5	<p>Análise Espacial da Vulnerabilidade Social com o Uso de Geotecnologias: Estudo de Caso na Zona Costeira Amazônica. (BEZERRA, P. E. S.; ANDRADE, M. M. N. 2018).</p> <p>Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science</p>	<p>Analisar a vulnerabilidade social através de estatísticas e geoprocessamento.</p> <p>Estudo de Caso.</p> <p>Foram identificados que os fatores idade, educação, densidade, responsável por domicílios, infraestrutura básica e moradia, renda e saneamento básico influenciam na vulnerabilidade social. Os fatores que tiveram as maiores influências na vulnerabilidade social foram a idade, educação e densidade.</p>

	Análise Multicritério; Amazônia; Índice de Vulnerabilidade Social; Pará.		A abordagem apresentada pode ser utilizada como subsidio para o poder público na gestão e planejamento urbano.
6	<p>O Uso Da Observação Social Sistemática E As Geotecnologias Para Análise De Vulnerabilidade Social No Bairro Lagoinha, Uberlândia-Mg (FIGUEIREDO, V. S. et al. 2018).</p> <p>Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.</p> <p>Vulnerabilidade social; Formação estrutural; Desigualdade.</p>	<p>Analisar vulnerabilidade social, através do uso das geotecnologias junto ao método de Observação Social Sistemática - OSS no bairro Lagoinha no município de Uberlândia – MG</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p>	<p>Para a obtenção de dados foram determinadas as variáveis e critérios que foram observados, considerando uma escala de quantificação, o bairro foi parcelado em 6 (seis) subáreas com características homogêneas, que foram codificadas por sinais alfabéticos desde A até o F, depois foi amostrado e aplicados os métodos da OSS para a quantificação das variáveis.</p> <p>Os resultados constataram que o maior percentual de fatores contrários à boa qualidade de vida da população se concentra na parte baixa da vertente, sentido as margens do córrego Lagoinha, sendo o contraste social confirmado a partir do mapeamento do local.</p>
7	<p>Vulnerabilidade Natural: O Uso Das Geotecnologias Para Análise Do Município De União Dos Palmares, Al, Brasil. (LOPES, J. L. de S. 2019).</p> <p>XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.</p> <p>Tecnologia; Meio Ambiente; Gestão Territorial.</p>	<p>Analisar, com o uso de geotecnologia, a base inicial de dados de informações ambientais referentes, a vulnerabilidade natural de União dos Palmares – AL.</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p>	<p>O resultado foi a confecção dos produtos cartográficos: mapa de declividade, geologia e solos.</p> <p>Esses mapas sobrepostos foram importantes para o resultado final, a confecção do mapa de vulnerabilidade natural para o município.</p>
8	<p>Geoprocessamento Aplicado Ao Estudo De Vulnerabilidade Do Solo Da Bacia Hidrográfica Do Córrego Guaribas Em Uberlândia-Mg. (PAVANIN, E. V. et al. 2017).</p> <p>REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil.</p> <p>Engenharia urbana; Geotecnia; Geoprocessamento; Vulnerabilidade do solo; Bacia hidrográfica.</p>	<p>Elaborar um mapa da vulnerabilidade do solo à ocorrência de processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, localizada nos limites da zona urbana do município de Uberlândia – MG. Tal mapeamento teve a finalidade de promover dados e informações geoespaciais à administração pública e à população, referentes ao potencial de ocorrência de feições erosivas na área de</p>	<p>Nesta perspectiva, foram utilizadas neste trabalho imagens de softwares livres do ano de 2013, bem como as ferramentas de processamento digital de imagens SPRINGS e AUTOCAD, com o intuito de identificar as classes de uso e ocupação do solo da área de estudo, a declividade da região, os tipos de materiais inconsolidados (solo) e a profundidade do nível d'água local. A partir do estabelecimento destes quatro planos de</p>

	<p>drenagem do Córrego Guaribas. Com isso, objetivou-se também auxiliar o processo de gestão e parcelamento territorial da área, confluindo a dinâmica de uso e ocupação do solo local às restrições geotécnicas e demandas populacionais existentes na área de estudo.</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p>	<p>informação, utilizou-se o método de Análise de Multicritérios, denominado também AHP (Analytic Hierarchy Process), para correlacionar os dados obtidos e elaborar o mapa de vulnerabilidade do solo.</p> <p>Assim, este trabalho contribui para promover o diagnóstico da vulnerabilidade do solo à erosão na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em Uberlândia-MG e para a utilização deste dado como ferramenta de suporte no planejamento urbano sustentável.</p>	
9	<p>As Geotecnologias Aplicadas À Análise Da Insegurança No Transporte Público Do Município De São Luís-MA-Brasil (MENDES, J. N. et al. 2018).</p> <p>XIX Encontro Nacional de Geógrafos.</p> <p>Segurança Cidadã; Transporte Público; Segurança.</p>	<p>Analisar a distribuição espacial dos assaltos recorrentes no transporte público do município de São Luís, diante da identificação dos pontos categorizados como trechos perigosos com frequência de roubos e furtos, destarte poderemos apontar as estratégias adotadas pelo governo para diminuir estes casos, além de sintetizar e sistematizar as informações existentes sobre a quantidade de roubos e furtos ocorridos no transporte público da capital no ano de 2017.</p> <p>Estudo de Caso.</p>	<p>Assim, fora possível fazer a identificação dos pontos propícios a assaltos, constatados como trechos perigosos e a distribuição por bairros, onde é possível destacar partir da observação cartográfica, a distribuição espacial dos principais pontos propícios a assaltos a ônibus em São Luís.</p> <p>A proposta consiste na efetividade de ações que podem ser tomadas partindo da utilização das geotecnologias por meio da construção de um sistema de monitoramento, onde a utilização diante de uma coleta de dados georreferenciados permite observar e analisar a distribuição espacial dos eventos.</p>
10	<p>Geotecnologias Aplicadas à Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Olho d'Água, Município de Jardim, Mato Grosso do Sul – Brasil (ENCINA, C. C. C. et al; 2018).</p> <p>Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ</p>	<p>Análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Olho D'Água pertencente à Fazenda Cabeceira do Prata, localizada no Município de Jardim (Mato Grosso do Sul).</p> <p>Estudo de Caso.</p>	<p>Os resultados aqui encontrados foram que o estado de conservação da APP encontra-se em conformidade com a legislação ambiental, cumprindo o seu papel na manutenção da biodiversidade e da qualidade dos recursos hídricos.</p> <p>O uso de geotecnologias permitiu integrar vários níveis de informação, gerando mapas,</p>

	Caracterização ambiental; Legislação ambiental; Recursos hídricos.		caracterizando o ambiente e produzindo informação que auxilia no planejamento e gestão da Fazenda Cabeceira do Prata.
11	<p>Uso de Geotecnologias aplicadas ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental no município de Pacoti, Ceará, Brasil (OLIVEIRA, F. L. S. et al. 2020)</p> <p>Observatório Geográfico da América Latina.</p> <p>Geotecnologias; Mapeamento; Vulnerabilidade Ambiental.</p>	<p>Mapear a região do município de Pacoti, localizada dentro dos limites legais da APA de Baturité, quanto a sua vulnerabilidade ambiental, levando em consideração a eco dinâmica das paisagens, seguindo as categorias de sustentabilidade e vulnerabilidade ambiental.</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p>	<p>Constatou-se que a região da APA de Baturité localizada dentro dos limites municipais de Pacoti, é uma região de vulnerabilidade alta do ponto de vista ambiental, quando relacionados às condições geoambientais em função dos impactos acionados no processo de degradação.</p> <p>O estudo e mapeamento dessa área podem contribuir diretamente para o direcionamento de ações que visam o desenvolvimento sustentável com base em uma análise integrada dos fatores que compõem o cenário ambiental da região, devido sua importância, considerada um enclave úmido no semiárido cearense.</p>
12	<p>Uso de Geotecnologias Integradas a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) na Análise da Situação Ambiental da Região do Parque Estadual do Jabre/PB (BARBOSA, P. G. et al. 2019).</p> <p>Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais.</p> <p>Geotecnologia; Sensoriamento remoto; Uso e ocupação do solo.</p>	<p>Analisar as alterações relacionadas ao uso e ocupação do solo por meio de geotecnologias no Parque Estadual do Jabre/PB, para que de acordo com os resultados obtidos, sejam criadas ações que poderão auxiliar futuras medidas de proteção ambiental.</p> <p>Estudo de Caso.</p>	<p>Os resultados mostraram que a área de estudos apresenta elementos topográficos que favorecem processos erosivos, bem como eventos relacionados à vulnerabilidade social, também se visualizou a alteração do uso e ocupação do solo ao longo dos últimos 30 anos. Além disso, os resultados permitiram a disponibilidade de dados ambientais que poderão ser utilizados como suporte no planejamento e gestão territorial.</p> <p>Este estudo demonstrou ainda, que as abordagens metodológicas baseadas no uso de Geotecnologias podem subsidiar o gerenciamento local e reduzir os gastos públicos com situações emergenciais</p>
13	<p>O Uso de Geotecnologias no Diagnóstico de Risco a Desertificação no Campo Petrolífero Canto do Amaro,</p>	<p>Estudar a produção do espaço nos limites do campo.</p> <p>Revisão Bibliográfica.</p>	<p>A análise de todos os elementos estudados permitiu definir três níveis de degradação das terras: moderado, grave e muito grave. Apesar de ser uma área de uso</p>

	<p>Município de Mossoró-RN (COSTA FILHO, A. et al. 2008).</p> <p>Engenharia Ambiental.</p> <p>Degradação das terras; Sensoriamento remoto; Exploração Petrolífera.</p>		<p>agrícola, com predominância da pecuária extensiva, o principal agente degradador das terras tem sido a exploração petrolífera. Como exemplo, não houve recuperação das áreas de retirada de solo para a construção de estruturas de apoio à exploração do óleo e hoje essas áreas representam um estágio avançado da desertificação, caracterizando-a como um processo essencialmente social.</p>
14	<p>Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental (CARTIER, R. et al. 2009).</p> <p>Caderno Saúde Pública.</p> <p>Riscos ambientais; Vulnerabilidade Social; Sistemas de Informação Geográfica</p>	<p>Avaliar a vulnerabilidade socioambiental, selecionando e analisando indicadores socioeconômicos, demográficos e de infraestrutura em torno do Parque Industrial Fazenda Botafogo, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, além de determinar se existe uma correlação entre grupos socialmente vulneráveis e risco ambiental, configurando assim uma situação de injustiça ambiental.</p> <p>Estudo de caso.</p>	<p>As análises mostram uma forte correlação entre vulnerabilidade social e risco ambiental, com base na proximidade dos moradores às fábricas na área-alvo. Os indicadores mostram que as populações com as piores condições socioeconômicas tendem a viver mais próximas das fontes industriais de riscos ambientais. Inversamente, os grupos populacionais com as melhores condições socioeconômicas tendem a viver mais longe dessas fontes.</p>
15	<p>Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos (MARCHEZINI, V. et al. 2016).</p> <p>Revista Brasileira de Cartografia.</p> <p>Geotecnologias, Mapeamento Participativo, Prevenção de Riscos de Desastres, Ciência Cidadã, Educação Ambiental</p>	<p>Analisar as possibilidades de diálogo e sinergia entre as metodologias de mapeamento de riscos, a cartografia técnica-científica - realizada por especialistas da área de geociências ou engenharias - e a cartografia social - realizada com as pessoas ou grupos sociais com base no conhecimento empírico.</p> <p>Revisão Bibliográfica e estudo de campo</p>	<p>O esforço científico dispendido no desenvolvimento dos mapeamentos técnicos de avaliação de riscos é fundamental. Mas justamente por possuir um caráter científico, ele deve ser objeto de reflexão à luz dos contextos e dos processos sociais em curso. Os desastres também nos fornecem oportunidades para reavaliar nossos procedimentos, falhas, acertos, necessidades de mudança de forma a antever os futuros desafios.</p>
16	<p>Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico – Econômico e ao Ordenamento Territorial (CREPANI, E. et al. 2011).</p>	<p>Construção de uma metodologia capaz de subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia.</p> <p>Desenvolvida com base no conceito de ecodinâmica e na</p>	<p>A vulnerabilidade das unidades de paisagem é estabelecida por meio de uma escala de valores relativos e empíricos de acordo com a relação morfogênese/pedogênese analisando-se individualmente</p>

INPE. Geotecnologias; Zoneamento Ecológico.	reinterpretação de dados temáticos preexistentes com a utilização de imagens de satélites, que permitem uma visão sinótica e holística da paisagem.	cada um dos temas: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso da terra e clima. Para o tratamento digital das imagens usadas como “âncora” nesta metodologia, editar os Planos de Informação, bem como montar e manipular o banco de dados que a acompanha, utilizou-se o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas desenvolvido no INPE
--	---	---

Fonte: Organizado por Autores, 2020.

Baseando-se na análise dos trabalhos utilizados, pode-se perceber que ainda há espaços na literatura que podem ser estudados com maior aprofundamento, sobretudo no que diz respeito a vulnerabilidades urbanas, marcadas pelas questões de desenvolvimento e crescimento acelerado das cidades, sem o devido preparo para ocupação. Além disso, a dimensão socioambiental deve passar a figurar com maior frequência nos estudos, uma vez que verificou-se durante o estudo teórico prévio que as questões como o risco, a vulnerabilidade e as escalas e paisagens geográficas demandam a utilização das geotecnologias como uma das possibilidades de análise mais completa, na qual o objeto de estudo não é apenas a ocorrência do desastre natural enquanto materialização do risco, mas sim, os impactos na sociedade e no modo de produção do espaço urbano.

De acordo com Mandarola Jr. e Hogan (2005), a análise da vulnerabilidade, em sua premissa, está ligada inicialmente aos indicadores ambientais, a partir da convivência do homem com o meio, surge os problemas da ordem social, nesse sentido a vulnerabilidade “é vista de maneira mais permanente, entendendo-a como resultado das interações sociais maiores, não se estabelecendo relações causais mais diretas [...], ocupados da vulnerabilidade em sua dimensão ambiental.” (p. 43).

As geotecnologias, através da interdisciplinaridade do seu uso, “vêm sendo utilizadas ao redor do mundo para elaborar estudos e diagnósticos relacionados à questão da vulnerabilidade [...]” (PAVANIN, et al. 2017, p. 18), proporcionando um conhecimento amplo e sistemático da dinâmica espacial, envolvendo indivíduos e/ou elementos naturais, responsáveis pela modificação e alteração das dinâmicas (inter)sociais, constituintes do espaço geográfico. É justamente o espaço geográfico que deve figurar com protagonismo nos estudos sobre as diferentes vulnerabilidades às quais estão em constante interação com a sociedade. Nessa perspectiva, o espaço geográfico toma uma posição de primeira

ordem na análise, onde os dados naturais e sociais se intercalam e geram índices que podem ser discutidos em variadas instâncias.

As ferramentas geotecnológicas, em sua totalidade, vem ganhando espaço em pesquisas científicas e acadêmicas, na atualidade, para análise e compreensão de fatos geográficos, graças ao possível e rápido tratamento de informações, já que as mudanças provocadas e sofridas na/pela sociedade são ações contínuas e juntos com elas surgem as vulnerabilidades, de diferentes ordens de análise, sendo necessário métodos eficazes para a sua compreensão, decorrentes da vulnerabilidade estar ligada a relações de acontecimentos no espaço geográfico. Pizani, et al. (2017) afirmam que:

A concepção de vulnerabilidade não é consenso entre os estudiosos e vem sendo utilizada em diferentes contextos. De maneira geral, a vulnerabilidade está associada a susceptibilidade de uma área em relação aos efeitos negativos provenientes de determinadas ações, sejam antrópicas ou naturais (p. 4687).

Mandarola Jr. e Hogan (2006, p. 37) afirma que “a vulnerabilidade é extremamente dinâmica”, justamente por este pensando, compreendemos que pode apresentar sazonalidades, obedecendo várias ordens de escalas temporais e geográficas. Nesse sentido, é cabível o uso das geotecnologias para análise e compreensão dos indicadores que podem desencadear tais vulnerabilidades, proporcionando uma previsão do perigo envolvido, sendo da ordem ambiental e/ou da produção social.

O mapeamento dessas áreas vulneráveis através das técnicas cartográficas é uma das especificidades do conjunto de geotecnologias, podendo enfatizar discussões acerca de realidades, além de estabelecer visões holísticas para compreensão de problemas distintos, permitindo que gestores ou outras entidades tomem decisões de forma mais coerente (MARCHEZINI et al. 2016), visto que, “uma das formas utilizadas para analisar a vulnerabilidade está associado ao uso de geotecnologias” (PIZANI et al. 2017, p. 4688).

As geotecnologias fornecem, portanto, a possibilidade do profissional da análise geoespacial de produzir ferramentas que exponham o conjunto de variáveis existentes por meio do produto cartográfico, e este produto, por sua vez, vem a fomentar as discussões sobre as questões socioambientais, estas que devem ocorrer constantemente para uma necessária atualização da ciência e do aprimoramento metodológico, seja na criação e melhoria dos índices de vulnerabilidade, ou mesmo no complemento dos resultados de pesquisas já existentes.

Um dos exemplos clássicos do uso de geotecnologias para análises de vulnerabilidades é o trabalho de Crepani et al (2001), construindo uma metodologia que possibilitou a elaboração de cartas

de vulnerabilidades natural à perda do solo, onde, a partir dessa, foi realizado o Zoneamento Ecológico – Econômico da Amazônia e de outras regiões do país.

Crepani et al (2001) descrevem a metodologia da seguinte forma:

primeiramente é realizada a reinterpretação das informações temáticas disponíveis (mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e uso da terra) sobre as imagens de satélite utilizadas como “âncora”, e a geração de curvas de intensidade pluviométrica, definindo Planos de Informação temáticos georeferenciados (PI Geologia, PI Geomorfologia, PI Pedologia, PI Vegetação e Uso e PI Intensidade Pluviométrica). A interseção vetorial destes PI's define o mapa de Unidades Territoriais Básicas (PI UTB) composto de unidades de paisagem natural e polígonos de intervenção antrópica. Ao PI UTB, de modelo cadastral, associa-se um banco de dados relacional contendo as classes dos PI temáticos e valores, relativos e empíricos, de vulnerabilidade à perda de solo de cada uma dessas classes (p. 11).

Posteriormente, os autores estabelecem uma classificação do grau de vulnerabilidade das distintas unidades territoriais, tendo como critérios de análise os processos de morfogênese e pedogênese. “A vulnerabilidade é expressa pela atribuição de valores (de 1 a 3, num total de 21 valores) para cada unidade de paisagem” (CREPANI et al. 2001, p. 11).

Nesse contexto, compreendemos que o uso das geotecnologias estabelece metodologias que são capazes de representar situações complexas, propiciando análise de áreas vulneráveis, atribuindo informações sobre realidades e permitindo, no caso dos estudos de Crepani et al (2001), uma gestão do território sistematizada. Uma das maiores dificuldades no entendimento dos diferentes tipos de vulnerabilidades no Brasil, ao compreender os estudos analisados nesta pesquisa, é composta por dois fatores: 1) a dificuldade de acesso a dados espaciais, seja devido à incompleta cobertura do espaço geográfico nacional ou pela própria gestão desses dados; e 2) necessidade de elaboração de estudos sobre as vulnerabilidades em diversas escalas no país, principalmente de análise socioambiental em escalas que possam discutir os problemas pontuais da sociedade. Para ambas as problemáticas citadas, as geotecnologias se apresentam como ferramentas eficazes para o preenchimento de lacunas e para a possibilidade de análises que apresentam demandas.

Cartier et al (2009), ao utilizarem geotecnologias, especificamente através do SIG, avaliaram a vulnerabilidade socioambiental por meio de indicadores socioeconômicos, demográficos e de infraestrutura, buscando compreender as dinâmicas sociais e ambientais no entorno do distrito industrial Fazenda Botafogo, município do Rio de Janeiro.

O uso das geotecnologias e suas aplicações nos diferentes campos do conhecimento tem proporcionado a gestores e governos, auxílios para elaboração e desenvolvimento de políticas públicas, buscando amenizar, solucionar ou prevenir problemas. Para isso, cabe o conhecimento prévio

das áreas ou sujeitos a quem se estabelecerá as ações das políticas públicas. Pauli e Barbosa (2013) afirmam que:

O combate às desigualdades sociais e econômicas, nas suas diferentes formas de manifestação, deve ser prioridade de ação governamental. Porém, grande parte dos problemas de gestão pública depende da distribuição espacial do fenômeno em questão. Para diminuir as desigualdades sociais e econômicas faz-se saber onde estão os cidadãos desfavorecidos e quem são eles. Por essa razão para priorizar políticas públicas no combate às desigualdades sociais, econômicas e ambientais é condição essencial conhecer o território (p. 1554).

Com o uso das Geotecnologias, é possível revelar elementos de conhecimento e novas sugestões de interpretação relacionada às particularidades dos fenômenos em determinado espaço geográfico. As paisagens geográficas ocorrem de maneira específica, com interação peculiar entre os elementos e interligação especial dos sistemas ambientais, tudo com constante relação com as variáveis antrópicas, e é essa particularidade de cada espaço geográfico, delimitado por sua escala e por seu território, que vai reger a metodologia utilizada no estudo e, por conseguinte, os resultados que serão apresentados.

Para o desenvolvimento de políticas públicas, a utilização de meios técnicos como as Geotecnologias, facilita na coleta de informações e dados para compilação e plotagem gráfica final. Ou seja, por meios metodológicos e técnicos, torna-se possível o estudo de objetos de interesses distintos e suas causalidades no espaço geográfico a ser analisado. As políticas públicas devem ser implementadas visando a resolução de problemas sociais, sejam eles recorrentes e percebidos pela gestão pública por meio dos estudos científicos, ou ainda a utilização de estudos científicos que apresentem diagnósticos que favorecem a prevenção de eventos adversos que venham a provocar impactos negativos no espaço geográfico.

A partir disso, as Geotecnologias são tidas como ferramentas essenciais para subsidiar o planejamento e a gestão de políticas públicas, levando em consideração uma gama de fatores físico-naturais, sociais, políticos, econômicos e culturais (MENDES, et al. 2018). São esses fatores, entendidos como dados plenamente aferíveis e aplicáveis na construção ou aplicação de índices, que passarão a gerar os resultados almejados e a análise que se objetiva construir.

Nesse sentido, as geotecnologias proporcionam a organização de informações em tabelas gráficas, podendo ser representadas em formas de mapas temáticos, tornando-se possível o fácil entendimento do objeto estudado, viabilizando, por fim, a construção de políticas públicas que poderão variar de acordo com a escala geográfica de análise.

CONCLUSÃO

Analisar as situações de vulnerabilidade aplicando as geotecnologias dentro do estudo pode ser tratado como avanço dentro da temática que permite o aumento da compreensão e conseqüentemente a aplicação de outros aportes teóricos que visam facilitar o seu entendimento e a sua análise, seja por parte da produção dos estudos, ou no que se relaciona à leitura e compreensão das análises das vulnerabilidades.

O emprego das geotecnologias para analisar vulnerabilidades vem se tornando uma prática cada vez mais regular, pois elas têm se mostrado eficazes no auxílio a tomadas de decisões e utilização de dados de fontes e formatos diversificados, bem como, na facilidade de aglutinação dos resultados obtidos nos estudos. Trata-se da oportunidade da ciência em afunilar a gama de dados disponíveis e gerar um produto final consistente, que revele a situação socioambiental de determinada localidade e sua capacidade de suportar os eventuais distúrbios naturais aos quais se encontra em exposição.

Para se estudar as vulnerabilidades, faz-se necessário o estabelecimento de uma relação entre os processos ecológicos e sociais, podendo, assim, se entender que as diferenças de vulnerabilidade se dão, principalmente, pelos fatores de limitação, sazonalidade, desenvolvimento dos processos produtivos do espaço urbano e pelas formas de ocupação e manejo adequado do solo.

Durante o uso das geotecnologias, para se entender as situações de vulnerabilidade, é preciso que os fatores ambientais sejam levados em consideração no processo de uso do solo, pois se isso não ocorrer, a modificação ocasionada ao solo se dará de maneira desordenada e desequilibrada e suas conseqüências poderão se tornar irreversíveis. Questões sobre o tipo de solo, declividade, possibilidades de inundação e alagamento são essenciais no processo de compreensão, e isso se dá com a disponibilidade dos dados geográficos.

As áreas que apresentam maior vulnerabilidade social são as dos grandes centros urbanos, já que, devido ao seu crescimento acelerado, não foram dispostos o tempo, época de crescimento e recursos necessários para aplicação das geotecnologias para entender as vulnerabilidades que poderiam ser apresentadas e, conseqüentemente, desenvolvidas naquele local. Com isso, entende-se que quanto mais amplo é o espaço ocupado pelas zonas urbanas, mais áreas ambientalmente vulneráveis são ocupadas e, com isso, a parcela da sociedade que ocupa tais áreas passa a se expor.

Pôde-se concluir, portanto, que a utilização das geotecnologias é essencial para localizar e entender as vulnerabilidades ocorridas nas áreas a serem estudadas, a fim de que o manejo e uso do solo para seus fins sejam realizados de maneira adequada.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, P. G. *et al.* Uso de geotecnologias integradas a um sistema de Informações Geográficas (SIG) na análise da situação ambiental da região do parque estadual do Jabre/PB. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**. 2019.
- BEZERRA, P. E. S.; ANDRADE, M. M. N. de. Análise Espacial da Vulnerabilidade Social com o Uso de Geotecnologias: Estudo de Caso na Zona Costeira Amazônica. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. 2018.
- BIRKMANN, J. W. T. The World Risk Index 2016: Reveals the Necessity for Regional Cooperation in Vulnerability Reduction. **J Extreme Events**. 2016.
- BORGES, M. G.; RODRIGUES, H. L. A. Geotecnologias aplicadas na análise dos indicadores sociais do município de Grão Mogol – Minas Gerais. **Revista Desenvolvimento Social**. Montes Claros, 2016.
- CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cad. Saúde Pública**. 2009.
- COSTA FILHO, A.; BARBOSA, M. P.; PETTA, A. R. O uso de geotecnologias no diagnóstico de risco a desertificação no campo petrolífero canto do amaro, município de Mossoró-RN. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, 2008.
- COSTA, G. J. A.; VIEIRA, C. I. de P. Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental do núcleo de desertificação do Piauí. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, 2018.
- CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico – Econômico e ao Ordenamento Territorial. **INPE**. São José dos Campos, 2001.
- ENCINA, C. C. C. et al. Geotecnologias aplicadas à análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Olho d'Água, município de Jardim, Mato Grosso do Sul - Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, 2018.
- FIGUEIREDO, V. S. et al. O uso da observação social sistemática e as geotecnologias para análise de vulnerabilidade social no bairro Lagoinha, Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Uberlândia, 2018.
- LOPES, J. L. S. Vulnerabilidade natural: o uso das geotecnologias para análise do município de União dos Palmares, AL, Brasil. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Fortaleza, 2019.
- MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, 2006, p. 33-43.
- _____. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira De Estudos De População**. 2005. Recuperado de <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253>. Acesso em 15 de abril de 2023.
- MARCHEZINI, V. *et al.* Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2016.
- MENDES, J. N. et al. As geotecnologias aplicadas à análise da insegurança no transporte público do município de São Luís – MA – Brasil. **XIX Encontro Nacional de Geógrafos**. João Pessoa, 2018.
- OLIVEIRA, F. L. S. de. et al. Uso de Geotecnologias aplicadas ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental no município de Pacoti, Ceará, Brasil. **Observatório de Geográfico da América Latina**. 2020.

OLIVEIRA, H. P. V. de.; SILVA, E. V. da. Sistemas ambientais e vulnerabilidade à degradação dos recursos naturais dos municípios do Baixo Jaguaribe com aplicação de geotecnologia: subsídio ao ordenamento territorial. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, 2016.

PAULI, F. F.; BARBOSA, M. P. Territórios Digitais: as Geotecnologias no Estudo da Construção Social dos Riscos e Vulnerabilidades nos Municípios de Caicó-RN e Medianeira-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2013.

PAVANIN, E. V. et al. Geoprocessamento aplicado ao estudo de vulnerabilidade do solo da bacia hidrográfica do córrego guaribas em Uberlândia-MG. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Goiânia, 2017.

PIZANI, F. M. C. et al. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental: estudo de caso do município de Rio Acima/MG. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – I Congresso Nacional de Geografia Física**. Campinas, 2017.

SANTOS, P. T. S.; MARTINS, A. P. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) Utilizando Geotecnologias. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, 2018.

VASCONCELOS, A. C. F. de. et al. Vulnerabilidade Socioambiental: proposição de temas e indicadores para cidades brasileiras. **Gaia Scientia**, João Pessoa, 2019.