



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de São Gonçalo do Amarante, litoral do Estado do Ceará

Débora Nogueira Lopes¹, Maykon Targino da Silva², Cynthia Romariz Duarte³, Alfredo Marcelo Grigio⁴, Aline Moreira Damasceno⁵, Linara Ivina de Castro Rodrigues⁶

¹Doutorando no Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Geologia, Bloco 912, Campus do Pici, CEP: 60440-554, Fortaleza/CE, deboranogueira@hotmail.com.br; ²Doutorando no Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Geologia, Bloco 912, Campus do Pici, CEP: 60440-554, Fortaleza/CE, maykontargino@hotmail.com; ³Docente na Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Geologia, Bloco 912, Campus do Pici, CEP: 60440-554, Fortaleza/CE, cynthia.duarte@ufc.br; ⁴Docente na Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN, Departamento de Gestão Ambiental, Rua Prof. Antônio Campos, s/n, Costa e Silva, CEP: 59625-620, Mossoró/RN, alfredogrigio1970@gmail.com; ⁵Mestranda no Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Geologia, Bloco 912, Campus do Pici, CEP: 60440-554, Fortaleza/CE, alimoreiradamas@gmail.com; ⁶Mestranda no Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Geologia, Bloco 912, Campus do Pici, CEP: 60440-554, Fortaleza/CE, linara.rodrigues@yahoo.com.

Artigo recebido em 04/02/2021 e aceito em 19/04/2021

RESUMO

O equilíbrio dos ecossistemas costeiros tem sido constantemente discutido por pesquisadores devido a pressão de atividades antrópicas e processos naturais sobre essas localidades. Nesse contexto, o município de São Gonçalo do Amarante, acompanhando a tendência dos últimos anos do estado do Ceará, tem passado por mudanças econômicas baseadas na valorização das porções litorâneas, ocasionando grandes consequências para região. Portanto, esse trabalho tem por objetivo analisar as características naturais e antrópicas por meio de técnicas de geoprocessamento em um Sistema de Informação Geográfica para produzir indicadores de vulnerabilidade natural e ambiental que possam produzir informações e conhecimentos sobre a área em questão e disponibilizar uma ferramenta de apoio para subsidiar o planejamento ambiental. Assim, foram elaborados mapa de vulnerabilidade natural, visando mostrar a predisposição do ambiente frente a fatores ambientais naturais, e mapa de vulnerabilidade ambiental, que retrata a susceptibilidade do ambiente a pressões antrópicas. A elaboração da avaliação de vulnerabilidade natural e ambiental retrata que o município apresenta muitas das suas características naturais conservadas, o que está diretamente relacionada a uma predominância de vulnerabilidade natural baixa (61,9%) e vulnerabilidade ambiental muito baixa (45,2%) que abrange uma grande porção do município, mas a porção litorânea apresenta dados alarmantes de vulnerabilidade natural e ambiental muito alta e alta. Assim, tem-se a necessidade do acompanhamento apropriado e de um planejamento territorial racional, afim de prever e mitigar os impactos sociais e ambientais, que a cada ano podem-se agrava ainda mais.

Palavras-chave: Litoral, antropização, vulnerabilidade, susceptibilidade.

Analysis of the Natural and Environmental Vulnerability of the Municipality of São Gonçalo do Amarante, coast of the State of Ceará

ABSTRACT

The balance of coastal ecosystems has been constantly discussed by researchers due to the pressure of human activities and natural processes on these locations. In this context, the municipality of São Gonçalo do Amarante, following the trend of the last years of the state of Ceará, has undergone economic changes based on the valuation of coastal portions, causing great consequences for the region. Therefore, this work aims to analyze natural and man-made characteristics through geoprocessing techniques in a Geographic Information System to produce indicators of natural and environmental vulnerability that can produce information and knowledge about the area in question and provide a support tool. to subsidize environmental planning. Thus, a natural vulnerability map was created, aiming to show the predisposition of the environment to natural environmental factors, and an environmental vulnerability map, which portrays the

3057

Lopes., D., N., Silva., M., T., Duarte., C., R., Grigio., A., M., Damasceno., A., M., Rodrigues., L., I., C.

environment's susceptibility to anthropic pressures. The elaboration of the natural and environmental vulnerability assessment shows that the municipality has many of its conserved natural characteristics, which is directly related to a predominance of low natural vulnerability (61.9%) and very low environmental vulnerability (45.2%) which covers a large portion of the municipality, but the coastal portion presents alarming data of very high and high natural and environmental vulnerability. Thus, there is a need for appropriate monitoring and rational territorial planning, in order to predict and mitigate the social and environmental impacts, which can worsen even more each year.

Keyword: Coastline, anthropization, vulnerability, susceptibility

.Introdução

Fatores históricos associados à ocupação do território brasileiro e acompanhando a tendência mundial da população em ocupar predominantemente áreas próximas ao litoral, o Brasil apresenta 26,6% da população em municípios da zona costeira, o que corresponde a 50,7 milhões de habitantes. Na qual, uma parcela dessa população está ocupada em atividades, direta ou indiretamente, ligadas ao turismo, exploração de recursos e circulação de bens e pessoas o que torna um ambiente de riqueza tanto ecológica quanto econômica (IBGE, 2011). Especificamente no Estado do Ceará, a faixa costeira compreende 573 km de extensão abrangendo 38 municípios com uma área total de 20.120 km² (Ceará, 2019).

O equilíbrio dos ecossistemas costeiros tem sido constantemente discutido por pesquisadores devido à pressão de atividades antrópicas e processos naturais sobre essas localidades (Tagliani, 2003), em razão de serem ambientes costeiros extremamente dinâmicos, onde, neles confluem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que modificam frequentemente suas características (Ângulo, 2004). Essas interações constantes dos elementos físicos, biológicos com a população local favorecem a amplificação da vulnerabilidade ambiental e natural nessas regiões (Barreto *et al.*, 2017).

Assim, a sustentabilidade nas zonas costeiras depende de um equilíbrio entre os processos naturais e antrópicos, para tanto, estudos diagnósticos da vulnerabilidade se fazem necessários para entender todo o contexto dinâmico dessas áreas.

Baseado no conceito de vulnerabilidade da ONU (2004) e de Santos (2015) que o consideram como o conjunto de processos e situações decorrentes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, os quais determinam quanto uma população ou elemento em risco estão suscetíveis ao impacto. Sendo assim, mapas de vulnerabilidade são ferramentas de investigação através das quais se estuda o nível de danos a que um certo elemento sendo natural ou não (população, indivíduos, atividades de uso e cobertura da terra, além do próprio ambiente) está suscetível.

Esses estudos de investigações de vulnerabilidade, segundo Nunes e Aquino (2018) são fundamentais para o entendimento da dinâmica natural e ambiental local, onde através dessa análise integrada é possível contribuir para o planejamento ambiental.

Nesse contexto, o município de São Gonçalo do Amarante, acompanhando a tendência dos últimos anos do estado do Ceará tem passado por mudanças econômicas baseadas na valorização das porções litorâneas. No início da década de 70 com a construção das residências secundárias, que alimentaram a especulação imobiliária ocasionando o processo inicial de urbanização, e já no final do século XX com a construção do Porto do Pecém e, a entrada de capital estrangeiro para grandes empreendimentos, direcionou a expansão urbana da Região Metropolitana de Fortaleza para Oeste, gerando a supervalorização dos espaços litorâneos ocasionando grandes consequências para a região (Campos *et al.*, 2003). Onde, sem o devido acompanhamento de um planejamento ambiental pode acarretar consequências negativas para a região.

Portanto, esse trabalho tem por objetivo analisar as características naturais (geologia, geomorfologia, solos e vegetação) e antrópicas (uso e cobertura da terra) do município litorâneo de São Gonçalo do Amarante no Estado do Ceará, por meio de técnicas de geoprocessamento em um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) para produzir indicadores de vulnerabilidade natural e ambiental que possam produzir informações e conhecimentos sobre a área em questão e disponibilizar uma ferramenta de apoio para subsidiar o planejamento ambiental, os zoneamentos e a gestão de uso e cobertura da terra em regiões costeiras.

Área de estudo

O município de São Gonçalo do Amarante é constituído de 7 distritos: Pecém, Taíba, Siupé, Umarituba, Croatá, Serrote e Cágado e a sede do município que está localizado nas coordenadas geográficas: Latitude 3°36'21'' Sul e Longitude 38°58'08'' Oeste. Está inserida na mesorregião Metropolitana de Fortaleza e na microrregião de

Fortaleza, situando-se na porção norte do estado do Ceará, limitando-se com os municípios (Figura 1) de Trairi, Paraipaba, Caucaia, Paracuru, São Luís do Curu e Pentecoste e banhado pelo oceano Atlântico (IPECE, 2014).

A área de estudo compreende uma região irregular de 823,3 km² com relevos representados por formas suaves e pouco dissecadas da Depressão Sertaneja, resultado da superfície de aplainamento em atuação no Cenozóico e a planície fluvial do Rio Curu com altitudes inferiores a 200 m. Já na faixa costeira, há pequenas formações de areias – Dunas (IBGE, 2019).

Estão presentes na localidade os solos desenvolvidos do Formação Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas, como os argissolos vermelho-amarelos e em maior predominância na região tem-se os argissolos amarelos com muito baixa a baixa fertilidade natural. Verifica-se também a presença dos planossolo nátrico com pouca expressão espacial na área, além dos neossolo quartzarênico, neossolos flúvicos e neossolos litólicos em menor área (Santos *et al.*, 2018).

Recobrando esses solos na porção sul do município tem-se a vegetação de caatinga arbustiva densa (Savanas Estépicas Parque com palmeiras) e a caatinga arbustiva aberta (Savanas Estépicas

Arborizada sem palmeiras e sem floresta). Já na região norte do município predomina uma vegetação de faixa litorânea e vegetação de mangue (Formação pioneira com influência marinha arbustiva) também é encontrado (IBGE, 2012).

O substrato geológico é composto por rochas do embasamento cristalino do Grupo Ceará com predominância das unidades Independência e Canindé onde há primazia de rochas metamórficas datadas do Pré-Cambriano. A Formação Barreiras repousa sobre o embasamento cristalino que ocorre como tabuleiros pré-litorâneos ou formando frentes de falésias nas zonas mais costeiras, como na praia de Taíba. E os sedimentos arenosos inconsolidados do Quaternário estão relacionados aos ambientes sedimentares de planícies lacustres, dunas, mangues, lagoas, lagunas, praias, arenitos de praias, borda de terraços holocênicos, cordões litorâneos e aluviões (continentais e fluviais) (Magini; Martins; Pitombeira, 2013).

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2012), o município de São Gonçalo do Amarante apresentava uma população de 43.890 habitantes, tendo um acréscimo populacional de 32,8% desde o censo do ano de 1991, onde a população era de 29.457 habitantes.

Segundo Viana *et al.* (2015), o complexo industrial do Município é basicamente voltado para



Figura 1. Localização da área de estudo.

a extração mineral (2,44%), construção civil (11,38%), utilidade pública (8,13%) e pela indústria de transformação (78,05%), que inclui a transformação de minerais não metálicos; metalurgia; mecânica; material elétrico e eletrônicos de comunicação; madeira; mobiliário; couros, peles e produtos similares, química; material plástico; têxtil; produtos alimentares e bebidas, entre outros (IPECE, 2014). O município apresenta hoje a sua economia baseada nas exportações feitas pelo Terminal Portuário do Pecém, à Companhia Siderúrgica do Pecém e uma pequena parte pelo turismo. O Terminal Portuário do Pecém e a Cidade de São Gonçalo do Amarante (CE) e seus distritos são servidos pelo parque Eólico da Taíba e a usina de energia do Pecém.

Material e métodos

Visando mostrar a predisposição do ambiente frente a fatores ambientais naturais foi elaborado o mapa de vulnerabilidade natural. E objetivando retratar a susceptibilidade do ambiente a pressões antrópicas foi produzido o mapa de vulnerabilidade ambiental (Grigio, 2003 e Grigio *et al.*, 2004).

Esses foram confeccionados com base na interpretação de produtos de sensoriamento remoto, de banco de dados de instituições nacionais (IBGE, EMBRAPA e CPRM), visitas a campo e consultas a bibliografias disponíveis. Inicialmente foram caracterizados os atributos físicos (geologia, geomorfologia, solos e vegetação) e antrópicos (uso e cobertura da terra) da paisagem em escala de 1:100.000 para o ano de 2019.

Os atributos de geologia, geomorfologia e associações de solos mapeados na área de estudo foram atribuídos valores com base na estabilidade quanto à morfogênese e à pedogênese (Tricart, 1977), variando em uma escala de 1,0 a 3,0, com intervalo de 0,5, na qual, no valor 1,0 prevalece a pedogênese, no 3,0 prevalece à morfogênese e no 2,0 o equilíbrio entre pedogênese e morfogênese (Quadro 1). E para os atributos de vegetação mapeados, baseou-se na estrutura das redes e teias alimentares, o estágio de fitossucessão e a biodiversidade, atribuindo valor 1,0 para ambientes com baixa diversidade de espécies/formações, 2,0 para ambientes com média diversidade de espécies e 3,0 para áreas com alta diversidade de espécies (Grigio, 2003; 2004 e 2009) (Quadro 1). Posteriormente essas informações foram cruzadas com o auxílio do software ArcGis® 10.8.1 (Esri, 2019), gerando o mapa de vulnerabilidade natural.

Já, para gerar o mapa de vulnerabilidade ambiental, baseou-se no Mapa de uso e cobertura

da terra do Relatório Final de Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo elaborado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Ceará, 2016) que retrata a situação da cobertura vegetal natural, dos padrões ocupação antrópica e das atividades econômicas desenvolvidas nos Municípios do litoral do Ceará (Quadro 2).

Aplicou-se então, o método de ponderação de fatores, na qual, ocorre uma multiplicação entre os pesos de compensação e, a seguir, uma soma de todos os fatores (Grigio, 2003, 2004, 2009).

Atributos	Valor de Vulnerabilidade
Geologia	
Depósitos Litorâneos Holocênicos	3,0
Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos	3,0
Depósitos de Pântanos e Mangue Holocênicos	2,0
Depósitos Aluvionares Holocênicos	2,5
Unidade Independência	1,5
Unidade Canindé	1,5
Formação Barreiras	2,0
Coberturas Eólicas Pleistocênicas	2,5
Geomorfologia	
Depressão Sertaneja Setentrional	1,0
Planícies e Terraços Fluviais	3,0
Tabuleiros Litorâneos Cearenses	1,5
Litoral Setentrional Nordeste	3,0
Solos	
Argissolo Amarelo Distrófico	1,5
Planossolo Nátrico Sáfico	2,5
Argissolo Amarelo Eutrófico	1,5
Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrófico	1,5
Neossolo Quartzarênico Órtico	3,0
Neossolo Flúvico Eutrófico	2,5
Neossolo Litólico Eutrófico	2,0
Planossolo Háptico Eutrófico	2,5
Vegetação	
Formação Pioneira com Influência Marinha Arbustiva	3,0

Quadro 2. Classes identificadas de uso e cobertura da terra no município de São Gonçalo do Amarante, CE

Classe	Definição
Área edificada/em edificação	Área com ocupação existente ou com infraestrutura implantada para ocupação.
Sedimento Arenoso	Sedimento existente no trecho com depósito eólico (praia, dunas, planície de deflação e lagoas interdunares) podendo ocorrer também no Tabuleiro Pré-litorâneo e em barras de canais fluviais
Solo Exposto	Áreas degradadas que apresentam solo exposto
Vegetação natural	Compreendendo a vegetação com porte arbóreo e/ou arbustivo, rasteira, ou Vegetação existente nas planícies Fluviomarinhas
Vegetação Antropizada	Todos os portes – herbácea, arbustivo/arbóreo – que sofreram alguma ação antrópica.
Corpo d'água	Rios e lagos naturais

Savana-Estépica Arborizada com Palmeiras	1,5
Savana-Estépica Arborizada sem Palmeiras e sem Floresta-de-galeria	1,0
Savana-Estépica Parque com Palmeiras	1,5
Agricultura com Culturas Cíclicas	1,5
Agricultura com Culturas Permanentes	1,0
Sem Vegetação	1,0
Uso e cobertura da terra	
Área edificada/em edificação	3,0
Sedimento Arenoso	1,0
Sedimento Fixo	1,0
Solo Exposto	2,5
Vegetação natural	1,0
Vegetação Antropizada	2,0
Corpo d'água	1,0

Quadro 1. Valor de vulnerabilidade dos atributos físicos e antrópicos

Assim, as classes de vulnerabilidade nesses mapas variaram de 1 a 3, onde 1 representa áreas de menor vulnerabilidade, ou seja, locais com maior estabilidade; 3 são as localidades mais vulneráveis e valores próximos a 2 representam o equilíbrio entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas.

Resultados e discussão

Vulnerabilidade Natural

A avaliação dos diferentes atributos da área de estudo proporcionou um conhecimento da situação atual e a tendência do ambiente frente a fatores ambientais sendo possível identificar os pontos de vulnerabilidade natural da área de estudo (Quadro 3 e Figura 2).

Dessa maneira identificou-se a classe de vulnerabilidade natural Muito Alta na porção mais litorânea do município, que corresponde 25 km de litoral, no qual abrange as praias do Pecém, praia da Colônia e a praia da Taíba. Nessa classe tem-se uma combinação de particularidades do litoral setentrional nordestino, com depósitos eólicos costeiros Holocênicos, Neossolos Quartzarênicos, vegetação do tipo formação pioneira com influência marinha e a presença de dunas.

Classes de Vulnerabilidade	Área (km²)	%
Sem classificação	16,4	2,0
Muita baixa	97,7	11,9
Baixa	509,8	61,9
Média	108,9	13,2
Alta	57,9	7,1
Muito Alta	32,6	3,9

Quadro 3. Classes de vulnerabilidade natural e suas respectivas áreas.

Locais esses reconhecidos como áreas de expressiva vulnerabilidade, cujos componentes integradores obedecem a uma dinâmica complexa, resultado da interação entre esses agentes naturais e agentes físicos (ondas, marés, ventos e correntes). Assim, como retratado por Serrão *et al.* (2019) que essas regiões mesmo em estado natural apresentariam vulnerabilidade natural muito alta, fator esse ampliado aos processos de degradação.

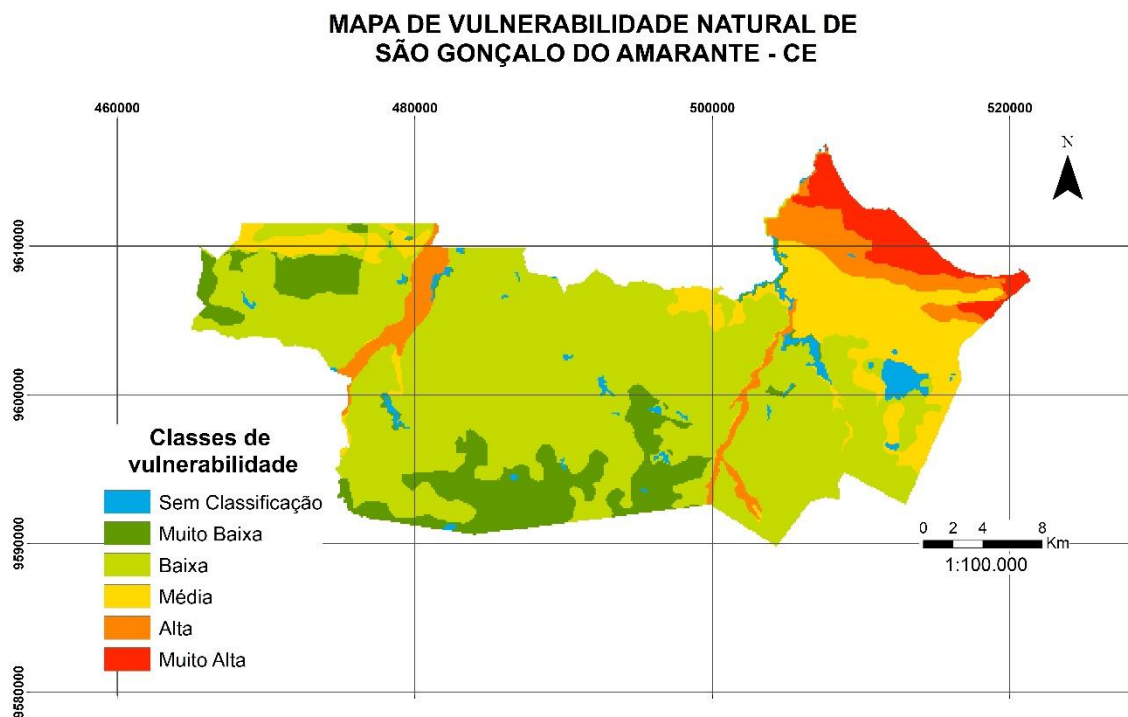


Figura 2. Mapa de vulnerabilidade natural

As porções que apresentam uma vulnerabilidade natural alta corresponde aos locais com cobertura eólica Pleistocênica presentes no litoral Setentrional Nordestino com Neossolos Quartzarênicos e presença de agriculturas de cultura permanente (mamão, manga, castanha de caju, coco-da-baía e banana), além de fragmentos de depósitos aluvionares Holocênicos e depósitos de pântanos e mangues Holocênicos, com presença de Neossolo flúvico e Planossolos nátricos e recobertos com agriculturas de culturas cíclicas (cana-de-açúcar, batata-doce, mandioca, feijão e milho).

Desse modo, o crescimento das áreas de produção agrícola aumenta o risco da perda de espécies e o desequilíbrio do meio ambiente, onde a adoção de práticas incorretas de manejo podem intensificar os processos de erosão e empobrecimento do solo, bem como o comprometimento da quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

A classe de vulnerabilidade média abrange uma área de 108,9 km² em sua maior parte caracterizado como tabuleiros litorâneos Cearenses com formações geológicas da Formação Barreiras, solos classificados como Neossolos Quartzarênicos e pequenas porções do Argissolos Amarelo e a presença de agriculturas com culturas cíclicas e permanentes, bem como áreas que ainda conservam uma vegetação natural dominante.

A classe de maior extensão, a de vulnerabilidade baixa equivale a uma área de

509,8km² representada pela Depressão Sertaneja Setentrional, com rochas da Unidade Canindé, Unidade Independência e Formações Barreiras, recobertos por solos Argissolos Amarelos, Planossolos Nátricos, Argissolo Vermelho – Amarelo, além de englobar as diversas vegetações presentes na área de estudo.

Já a classe de vulnerabilidade muito baixa equivale a Depressão Sertaneja Setentrional, com feições geológicas da Unidade Canindé, solos caracterizados como Argissolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelo recobertos por vegetação natural dominante.

As áreas inseridas nas classes de vulnerabilidade baixa e muito baixa estão associadas principalmente as localidades com presença de vegetação nativa, com formações de solos e unidades rochosas que apresentam um baixo grau de vulnerabilidade (Trevisan *et al.*, 2018).

E a classe de vulnerabilidade natural Sem classificação (16,4km²) refere-se aos corpos d'água.

Vulnerabilidade Ambiental

Com base nos atributos naturais e nos efeitos das atividades antrópicas na área de estudo é possível determinar se ocorre uma perturbação no equilíbrio desse sistema e identificar a suscetibilidade dessa localidade frente a essas alterações conforme exposto no Quadro 4 e Figura 3.

Quadro 4. Classes de vulnerabilidade ambiental e suas respectivas áreas.

As porções que apresentam vulnerabilidade ambiental muito alta combinam feições do Litoral Setentrional Nordestino e de Planícies e terraços fluviais, com ocorrências de Coberturas eólicas Pleistocênicas, Depósitos eólicos Holocênicos e pequenos fragmentos de Depósitos Aluvionares Holocênicos que são recobertos por Neossolos Quartzarênicos e Planossolo nátrico, sob vegetações naturais dominantes e agriculturas com culturas cíclicas e permanente, ou seja, áreas antropizadas. São aquelas localidades ambientais de elevada vulnerabilidade natural combinadas com uma infraestrutura consolidada, correspondendo a áreas de risco ambiental, estando a população dessa localidade suscetível à dinamicidade destes ambientes (Serrão *et al*, 2019).

A classe de vulnerabilidade ambiental Alta, além de combinar os atributos ambientais dos

culturas cíclicas e permanente, com áreas antropizadas e solos expostos.

Conforme, Trevisan e Moschini (2016) as classes de vulnerabilidade mais altas estão associadas principalmente as regiões com déficit de vegetação nativa, com ocorrências de práticas agrícolas e área urbanizadas. Assim, como também ocorre no município litorâneo de Tibau, no estado do Rio Grande do Norte, que vem passando por uma expansão urbana sob dunas fixas criando um ambiente de extrema vulnerabilidade ambiental (Lopes *et al*, 2019).

As áreas classificadas de Média são bem distribuídas ao longo do município, englobando todas as feições geomorfológicas, as ocorrências geológicas, solos, vegetação observadas na área de estudo e porções de sedimento arenoso (Sedimento existente no trecho com depósito eólico), vegetação antropizadas e solo exposto.

Assim como a classe anterior a classe de vulnerabilidade ambiental baixa apresenta-se bastante espaçada ao longo do município, recobrindo todas as classes identificadas de

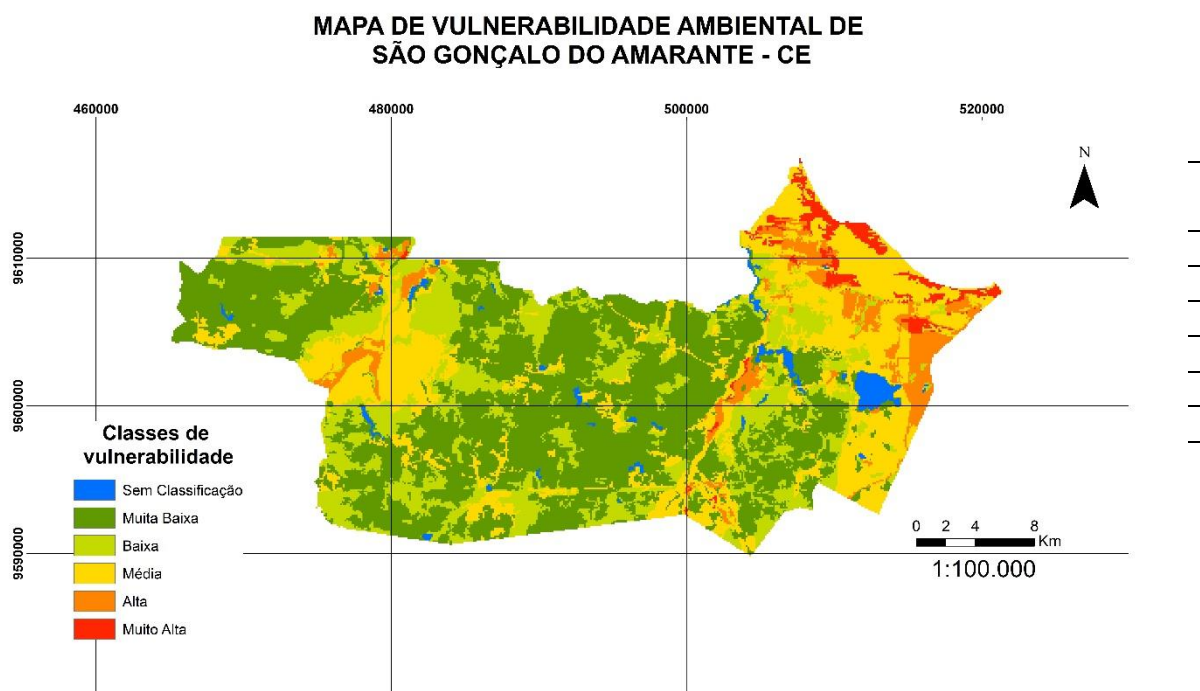


Figura 3. Mapa de vulnerabilidade ambiental

Tabuleiros Litorâneos Cearenses e pequenas porções da Depressão Sertaneja Setentrional e Planícies e terraços fluviais, com ocorrência de rochas da Formação Barreiras, Unidade Canindé e Depósito de pântanos e mangues Holocênicos cobertos por Neossolos Quartzarênicos, Neossolo Flúvico e Argissolos Vermelho Amarelo sob vegetações naturais dominantes e agriculturas com

geomorfologia, geologia, e vegetações naturais e porções de vegetação antropizada.

A classe de maior área corresponde a de vulnerabilidade muito baixa que apesar de ser bastante extensa não abrange a porção mais litorânea do município, apenas a Depressão Sertaneja Setentrional e os Tabuleiros Litorâneos Cearenses com ocorrências geológicas da Unidade

Canindé, Unidade Independência e Formações Barreiras recobertos pelos diversos solos encontrados na área de estudo e com vegetações naturais predominantes e apenas com interferências antrópicas no plantio de agriculturas de culturas cíclicas.

E a classe de vulnerabilidade natural Sem classificação refere-se aos corpos d'água.

Essas áreas com elevado grau de vulnerabilidade ambiental são consequências do processo de antropização que ocorre desde o final do século XX e os primeiros anos do século XXI que testemunham importantes fatos com consequência notáveis para a ocupação da Zona Costeira, desde grande investimentos governamentais em infra-estrutura, bem como o incentivo de capital estrangeiro para construção de grandes empreendimentos, como a construção do Porto do Pecém que conduziu a expansão da Região Metropolitana de Fortaleza para Oeste, propiciando um deslocamento do eixo de desenvolvimento metropolitano com grandes consequências para a região, como a criação de uma área industrial para sediar empresas de transformação de grande porte, além da implantação de usina termoeletrica e a criação de Unidades de Conservação do entorno (Campos *et al.*, 2003).



Todo esse processo de ocupação de área de dunas, praias, encostas e bordas de tabuleiros acarreta em impactos ao longo do litoral (Figura 4a e 4b), comprometendo a dinâmica local, vindo a acelerar os processos erosivos ao longo da costa

causando prejuízos materiais e despesas governamentais.

Assim, a combinação de áreas de extrema susceptibilidade natural, como as porções litorâneas com ações antrópicas podem ocasionar uma perturbação no equilíbrio desses sistemas e quando combinados com a ausência de um planejamento ou ordenamento ambiental podem ocasionar degradações de ecossistemas e até mesmo problemas nas infraestruturas locais. Sendo, necessário ferramentas para acompanhar a evolução da vulnerabilidade natural e ambiental desse município, como auxílio na gestão dos recursos naturais (Silva *et al.*, 2019).

Conclusões

A elaboração de uma avaliação de vulnerabilidade natural e ambiental a partir de índices que correspondem a integração de características geomorfológicas, geológicas, de solos, vegetação e de uso e cobertura da terra, corroboram a elevada vulnerabilidade dos manguezais, das várzeas flúvio-lagunares e da linha de costa e consolidam a importância da elaboração de mapas de vulnerabilidade, de modo a auxiliar a compreensão dos diversos graus de fragilidade de áreas mapeadas para uso como instrumento de gestão costeira.

O município de São Gonçalo do Amarante apresenta muitas das suas características naturais conservadas o que está diretamente relacionada a uma predominância de vulnerabilidade natural baixa e vulnerabilidade ambiental muito baixa que abrange uma grande porção do município, mas a porção litorânea, ambiente naturalmente dinâmico por suas características físicas apresenta dados alarmante de vulnerabilidade natural e ambiental muito alta e alta.

Portanto, tem-se a necessidade do acompanhamento apropriado e de um planejamento territorial racional, afim de prever e mitigar os impactos sociais e ambientais, que a cada ano podem-se agrava ainda mais. Dessa maneira, há a necessidade de medidas de gestão integrada com políticas de exploração dos espaços conforme os princípios do desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro a pesquisa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao laboratório GEOCE do Departamento de Geologia na Universidade Federal do Ceará.

Referências

Figura 4. Impactos ocasionado na praia da Taíba pela ação das ondas (a). um conjunto de blocos de pedra, lançados uns sobre os outros, para servir como quebra-mar ou proteção contra a erosão das ondas (b).

- Ângulo, R. J. 2004. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 10, p. 175-185, jul./dez. 2004.UFPR. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/3107>>. Acesso: 11 ago. 2019.
- Barreto, E. H. F. L.; Silva, G. R. G.; Ximenes, V. M.; Bomfim, Z. A. C.; Soares, A. K. S. Conceitos, inter-relações e transações entre vulnerabilidade e ambiente: uma revisão sistemática da literatura brasileira. 2017. *Perspectivas En Psicología*, v. 14, n. 2, p. 93-104. Disponível em: <http://200.0.183.216/revista/index.php/pep/article/view/321/185>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- Campos, A. A.; Monteiro, A. Q.; Monteiro-Neto, C.; Polette, M. 2003. Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão integrada. Fortaleza, Aquasis.
- Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras- Relatório Final de Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo / Superintendência Estadual do Meio Ambiente; GEOAMBIENTE – Fortaleza: SEMACE, 2016.
- Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Gerenciamento Costeiro. 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gerenciamento-costeiro/>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- Esri. Environmental Systems Research Institute. 2019. Software ArcGis Desktop, License Type Arcinfo, version 10.8.1.
- Grigio, A.M. 2003. Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guamaré (RN). p. 181, nº 34
- Grigio, A. M., Souto, M. V. S., Castro, A. F., Amaro, V. E., Vital, H. & Diodato, M. A. 2004. Use of remote sensing and geographical information system in the determination of the natural and environmental vulnerability of the Municipal District of Guamaré - Rio Grande do Norte - Northeast of Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1427-1431.
- Grigio, A. L. M., Amaro, V. E., Diodato, M. A. 2009. Dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo, no período de 1988 a 2004, do baixo curso do rio Piranhas-Assu (RN): sugestões de acompanhamento integrado das atividades socioeconômicas impactantes na área costeira. *Geografia*, v. 34, p. 141-161.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 176p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf>>. Acesso: 11 ago. 2019.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/sao-goncalo-do-amarante/panorama>>. Acesso: 08 ago. 2019.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Censo Brasileiro de 1991. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/82/cd_1991_n11_caracteristicas_populacao_domicilios_ce.pdf>. Acesso: 08 ago. 2019.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA). Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br>>. Acesso: 01 mar. 2019.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências. 271p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso: 01 mar. 2019.
- IPECE. 2014. Perfil Básico Municipal. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2015.html> Acesso: 08 ago. 2019.
- Lopes, D. N.; Grigio, A. M.; Silva, M. T. 2017. Mapeamento das áreas de vulnerabilidade ambiental e natural do município de Tibau -RN. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41, 80-88.
- Magini, C., Martins, A. H. O., Pitombeira, E. S. 2013. A Infraestrutura Portuária e suas Influências na Sedimentação Costeira na Vila do Pecém, Ceará, Brasil. *Geociências: UNESP, São Paulo*, v. 32, n.

- 3, p.532-546. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7297>>. Acesso: 08 ago. 2019.
- Nunes, H., Aquino, C., 2018. Vulnerabilidade ambiental dos setores censitários às margens do rio Poti no município de Teresina (Piauí). *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 11(6), 1941-1962. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.6.p1941->
- ONU. Organização Das Nações Unidas. 2004. Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives. Inter-agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra – Suíça. 398p. e anexos. Disponível em: <<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/657>>. Acesso: 11 ago. 2019.
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de, Araujo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. de, Cunha, T. J. F. 2018. Sistema Brasileiro De Classificação De Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa.
- Santos, J. O. 2015. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. *Mercator*, 14, 75-90. Disponível: 10.4215/RM2015.1402. 0005.
- Serrão, S. L. C.; Belato, L. S.; Dias, R. P. 2019. A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Belém (PA). *Nature and Conservation*, v.12, p. 36-45. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2019.001.0004>
- Silva, A. L. B.; Silva, M. T.; Carvalho, R. G. 2019. Uso e ocupação da orla marítima nos municípios de Tibau e Grossos (RN): Mecanismos para uma gestão costeira integrada. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 7, p. 2617-2628, Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/240236/34629>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- Trevisan, D. P.; Moschini, L. E. 2016. Determinação da Fragilidade Ambiental do município de São Carlos, São Paulo, Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 20, 159-167.
- Trevisan, D. P.; Moschini, L. E.; Dias, L. C. C.; Gonçalves, J. C. 2018. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de São Carlos – SP. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 272-288 Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/50439/35140>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN, 91p.
- Viana, C. M. P, Sousa, J., Lima, K. A., Nascimento, M. M. S. 2015. *Perfil Básico Municipal 2015: Fortaleza/CE*. Fortaleza: Instituto de Pesquisa Estratégica Econômica do Ceará (IPECE), 19p.