Suscetibilidade erosiva em área suscetível à desertificação, no estado do Piauí: subsídios ao planejamento ambiental

Erosive susceptibility of geo-environmental units in area susceptible to desertification in the state of Piauí: subsidies to environmental planning

Francílio de Amorim dos Santos

Mestre em Geografia, Professor do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Piripiri, Braisl
francilio.amorim@ifpi.edu.br

Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Doutora em Geografia, professora do Programa de
Pós-Graduação em Geografia da UFPI, Braisl
cmsaboia@gmail.com

Resumo

O estudo ora apresentado teve como objetivos realizar caracterização dos elementos geoambientais e analisar a suscetibilidade erosiva do município de Castelo do Piauí, como forma de subsidiar a gestão e o planejamento ambiental no município, a partir das seguintes variáveis biofísicas: Litologia (L), Declividade média (Dm), Erosividade das chuvas (R), Erodibilidade dos solos (K) e Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI). O trabalho utilizou metodologia quantitativo-qualitativa e natureza explicativa, cuja operacionalização considerou levantamento bibliográfico e cartográfico para aquisição de dados acerca das variáveis biofísicas junto a órgãos governamentais, com manuseio e refinamento via ferramentas do SIG QGIS. A partir de álgebra de mapas foi possível inferir que no município de Castelo do Piauí predominam as classes baixa a moderada suscetibilidade erosiva, encontradas em 69,9% de sua área. Esta baixa suscetibilidade se deve a presença de relevo plano a suave ondulado, litologia arenítica, predomínio de latossolos e presença de cobertura vegetal com moderada atividade fotossintética. Por outro lado, identificou-se em 30,1% da área a classe de alta suscetibilidade erosiva, nestas classes há predomínio de siltitos, folhelhos e sedimentos colúvies, presença de relevo forte ondulado a montanhoso, solos jovens e pouco desenvolvidos com cobertura vegetal com baixa capacidade de proteção ao solo. Os dados apresentados devem constituir ponto de partida para o planejamento das atividades econômicas desenvolvidas do município estudado.

Palavras-chave: Castelo do Piauí; SIG; Variáveis Biofísicas.

Abstract

The objective of this study was to characterize the geoenvironmental elements and to analyze the erosive susceptibility of the municipality of Castelo do Piauí, as a way to subsidize the management and environmental planning in the city, based on the following biophysical variables: Litologia (L), Declivity (Dm), Rain Erosivity (R), Soil Erodibility (K) and Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). The work utilized quantitative-qualitative methodology and explanatory nature, whose operationalization considered a bibliographical and cartographic survey to acquire data about the biophysical variables next to governmental organs, with handling and refinement through tools of the SIG QGIS. Based on map algebra, it was possible to infer that in the municipality of Castelo do Piauí, the low to moderate erosive susceptibility classes predominate, found in 69.9% of the area. This low susceptibility is due to the presence of flat relief to smooth corrugation, arenitic lithology, predominance of latosols and presence of vegetation cover with moderate photosynthetic activity. On the other hand, a high erosion susceptibility class was identified in 30.1% of the area, in these classes there is a predominance of siltstones, shales and colluvial sediments, presence of strong

undulating mountainous relief, young and underdeveloped soils with vegetation cover Low soil protection capacity. The data presented should be the starting point for planning the economic activities developed in the municipality studied.

Keywords: Castelo do Piauí; GIS; Biophysical Variables.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem é constituída por elementos de natureza biótica, abiótica e humana, cuja compreensão da dinâmica permite analisar suas potencialidades e suscetibilidades. Nesse sentido, é possível utilizar-se de indicadores biofísicos como forma de conhecer a suscetibilidade à degradação ambiental para fins de subsídio ao planejamento físico territorial, particularmente em áreas suscetíveis à desertificação (ASD), devido sua fragilidade climática natural.

A desertificação, de acordo com Nimer (1988), diz respeito a um tipo particular de degradação ambiental, que provém de desequilíbrio natural devido a retroalimentação negativa do(s) ecossistema(s) não ser totalmente recompensada pela retroalimentação positiva. Nesse sentido, pode-se afirmar que a desertificação está atrelada à degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo produto de variações climáticas e atividades humanas, estas relacionadas ao uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 2004). Emeka (2013) destaca que nos últimos anos o referido fenômeno tem sido acelerado pela expansão demográfica.

As ASD no Brasil abrangem os nove estados da região Nordeste, o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, na região Sudeste, correspondendo a 1.488 municípios, compreendendo uma área de 1.340.863 km². Desses municípios, 62,8% possuem clima do tipo semiárido e 37,2% do tipo subúmido seco (BRASIL, 2007). Frente à grande extensão das ASD para o estudo das causas e consequências da desertificação, foram criados os Núcleos de Desertificação. Esses, para Perez-Marin (2012), são áreas que apresentam efeito máximo de degradação, portanto consideradas unidades mínimas e indicadoras, devendo as mesmas serem tomadas como ponto de partida para estudos relativos a esta temática. Os Núcleos de Desertificação brasileiros são (Figura 1): Gilbués (PI), Irauçuba (CE), Seridó (RN/PB), Cabrobó (PE).

A fragilidade climática das ASD associada à prática de atividades agropecuárias, a extração vegetal e mineral desenvolvidas de modo inadequado contribuem para acentuar os processos erosivos no meio ambiente local, podendo desencadear o fenômeno da desertificação. Nesse sentido, o estudo de Aquino (2002) aponta que 45,3% da área total do Estado do Piauí possui clima do tipo subúmido seco ou semiárido, portanto, suscetível à desertificação, estando incluso neste percentual o município de Castelo do Piauí, objeto do presente estudo.

Figura 1 - Mapa das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil, de acordo com o PAN-Brasil (2004).

Fonte: MMA (2004); IBGE (2015). Organizado pelos autores (2017).

As ASD se caracterizam por serem áreas com escassez de água precipitada e distribuição irregular das chuvas e evapotranspiração superior à precipitação, que resulta em déficit hídrico. O relevo sofre influência das intempéries físicas, químicas e biológicas, passando por um processo de erosão natural, além da predominância de solos jovens e pouco desenvolvidos, recobertos por formações vegetais raquíticas e esparsas, que fornecem pouca proteção aos solos. As características geoambientais, anteriormente expostas, sugerem diferentes potencialidades e limitações ambientais.

O presente estudo, que se baseou em metodologia quantitativo-qualitativa e apresentou natureza explicativa, teve os seguintes objetivos: i) realizar caracterização dos elementos geoambientais do município de Castelo do Piauí e ii) analisar a suscetibilidade erosiva do município de Castelo do Piauí, como forma de subsidiar a gestão e o planejamento ambiental no município, a partir das seguintes variáveis biofísicas: Litologia (L), Declividade média (Dm), Erosividade das chuvas (R), Erodibilidade dos solos (K) e Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área em estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Castelo do Piauí, localizado no Território de Desenvolvimento dos Carnaubais (PIAUI, 2006). O município possui área de 2.035,2 km² e sua sede municipal localiza-se às Coordenadas Geográficas: 05°19'19"S e 41°33'10"O (Figura 2), distando 184 km de Teresina, capital do estado do Piauí (AGUIAR; GOMES, 2004).

Figura 2 - Mapa de localização do município de Castelo do Piauí.

Fonte: IBGE (2015). Organizado pelos autores (2017).

O município de Castelo do Piauí assenta-se sobre formações geológicas que datam da Eras Paleozoica e Cenozoica (Figura 3), quais sejam: a Formação Cabeças, mais extensa e abrange 1.408,4 km² (69,2%) da área; seguida pela Formação Pimenteiras, os Depósitos Colúvio-Eluviais, o Grupo Serra Grande e a Formação Longá que abrangem, respectivamente, 305,3 km² (15%), 291 km² (14,3%), 22,4 km² (1,1%) e 8,1 km² (0,4%) da área do município. Ressalta-se que as cotas altimétricas da área estudada variam de 180 a 300 m (SANTOS; AQUINO, 2015).

Figura 3 - Mapa do esboço das formações geológicas do município de Castelo do Piauí.

Fonte: CPRM (2006); IBGE (2015). Organizado pelos autores (2017).

Os cursos d'água que drenam o município de Castelo do Piauí são os rios Poti, Cais e São Miguel, além dos riachos São Francisco, Palmeira, Cangalhas e Boa Ventura (AGUIAR e GOMES, 2004). A pluviometria média anual em Castelo do Piauí varia de 1.006,1 a 1.160,0 mm e apresenta-se diretamente sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico atuante na área e que gera precipitações entre janeiro a maio. Segundo Santos e Aquino (2015), o clima da área oscila entre o subúmido úmido (28,6%), o subúmido seco (64,7%) e o semiárido (6,7%), podendo-se inferir que 71,4% da área possui fragilidade natural à desertificação.

De acordo com os dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE, 2014), o município estudado apresenta 4 ordens de solos (Figura 4), quais sejam: os Neossolos, classe predominante, que se distribuem por 66% da área; os Latossolos que ocupam 27,7% do município pesquisado; os Plintossolos e os Planossolos que foram encontrados em 3,6% e 2,7% da área estudada, respectivamente.

Figura 4 - Esboço pedológico do município de Castelo do Piauí.

Fonte: INDE (2014). Organizado pelos autores (2017).

2.2. Procedimentos metodológicos

O estudo baseou-se nos princípios da abordagem integrada e empregou metodologia quantitativo-qualitativa, primando pela quantificação na coleta de dados, seguido por sua análise e interpretação. A pesquisa apresentou natureza explicativa, pois buscou analisar a suscetibilidade erosiva em Castelo do Piauí. Inicialmente, buscou-se obter dados das variáveis biofísicas por meio do levantamento bibliográfico e cartográfico junto aos seguintes órgãos: Agência Nacional de Águas (ANA); Serviço Geológico do Brasil (CPRM); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Infraestrutura de Dados Espaciais (INDE); *United States Geological Service* (USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos).

Os arquivos matriciais e vetoriais foram manuseados e refinados por meio das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) *QuantumGIS* (QGIS), versão 2.14. Associadas ao QGIS foram definidas notas e pesos para as variáveis ambientais, que variaram de 0 a 100% (0 a 1). Dessa forma, foi possível diferenciar o nível de importância de cada variável e sua interligação à suscetibilidade erosiva do município de Castelo do Piauí. As etapas executadas para a elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva estão dispostas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas executadas para elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A metodologia aplicada para a análise da suscetibilidade erosiva do município de Castelo do Piauí integrou variáveis biofísicas considerando a Equação 1. Desse modo, quanto maiores os valores dos índices de cada parâmetro, mais alta a suscetibilidade que o município apresenta aos processos erosivos e vice-versa. Ressalta-se, ainda, que foram atribuídos pesos a cada variável, conforme nível de contribuição para existência de suscetibilidade erosiva.

$$ISE = [(L * 0,10) + (DM * 0,25) + (R * 0,20) + (K * 0,20) + (SAVI * 0,25)] \quad (1)$$

Onde:

ISE = Índice de Suscetibilidade Erosiva;

L = Litologia;

DM = Declividade média;

R = Erosividade das chuvas;

K = Erodibilidade dos solos;

SAVI = Índice de Vegetação Ajustado ao Solo.

A seguir serão mais bem detalhados os procedimentos técnicos utilizados para manuseio de cada variável biofísica, bem como os arquivos vetoriais e matriciais utilizados.

2.2.1. Litologia

Por meio dessa variável foi possível analisar a resistência das rochas aos processos de intemperismo. Desse modo, foi adquirido arquivo vetorial referente à geodiversidade do estado do Piauí, junto a CPRM (2006), por meio do *site* < <http://geobank.sa.cprm.gov.br>>. A classificação dessa variável foi realizada a partir de adaptações à proposta metodológica de Oliveira (2011), conforme está exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipologia litológica, notas e classes de suscetibilidade.

Tipologia litológica	Notas	Classe de suscetibilidade
Arenitos	3	Moderada
Siltitos e Argilitos, Folhelhos	4	Alta
Sedimentos coluviais	5	Muito Alta

Fonte: Oliveira (2011). Adaptado pelos autores (2017).

2.2.2. Declividade média (Dm)

A determinação das classes de declividade no presente estudo tomou como ponto inicial o Modelo Digital de Elevação (MDE). Estes foram obtidos a partir da missão *SRTM* (*Shuttle Radar Topographic Mission*) que são distribuídos gratuitamente na internet no *site* do *USGS*, no *site* <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Foram estabelecidos notas para as 5 classes de declividade, conforme está exposto na Tabela 2.

Tabela 2 - Intervalos da Declividade média (DM), classes de relevo, notas e classes de suscetibilidade.

Intervalos de DM (%)	Classes de relevo	Notas	Classes de suscetibilidade
0 a 3	Plano	1	Muito baixa
3 a 8	Suave Ondulado	2	Baixa
8 a 20	Ondulado	3	Moderada
20 a 45	Forte Ondulado	4	Alta
45 a 75	Montanhoso	5	Muito alta

Fonte: EMBRAPA (2009). Adaptado pelos autores (2017).

2.2.3. Erosividade das chuvas (R)

A priori, realizou-se triagem dos postos pluviométricos com dados disponíveis para o período analisado. Nesse sentido, foram adquiridos dados de cinco postos pluviométricos (Figura 6), junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016), considerando-se série histórica de 39 anos, período de 1963 a 2001.

Figura 6 - Mapa da espacialização dos postos pluviométricos utilizados no estudo.

Fonte: ANA (2016). Organizado pelos autores (2017).

Em seguida, procedeu-se à correção das falhas da série histórica por meio da técnica de ponderação regional proposta por Tucci (1993), utilizando-se o pacote de programas USUAIS, conforme sugerem Oliveira e Sales (2016). As etapas utilizadas para manuseio dos dados de precipitação estão dispostas abaixo:

- 1) Programa CRIATEMP: criação de arquivo para cada posto pluviométrico e gravação dos dados de temperaturas médias mensais;
- 2) Programa CRIACHUV: usado para inserção e gravação dos dados de precipitação média mensal dos 31 anos da Normal Climatológica;
- 3) Programa BHVMED: geração dos valores médios do fato R.

No que tange à Erosividade das chuvas (R) utilizou-se método indireto, conforme Equação 2, proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), que estima com relativa precisão os valores de R para longos períodos e baseia-se em regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva.

$$E = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (2)$$

Onde:

E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r = precipitação média mensal em mm;

P = precipitação média anual em mm.

Os valores obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e espacializados por meio das ferramentas do *QGIS*, empregando-se o método de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância). Posteriormente, o arquivo anteriormente gerado passou por processo de fatiamento considerando-se a diferença entre o maior e o menor valor, resultando em três classes de intervalos de igual amplitude (Tabela 3).

Tabela 3 - Intervalos de Erosividade das chuvas (R) com classes de suscetibilidade correspondentes a cada nota.

Amplitude de R (MJ.mm/ha.h.ano)	Classe de Suscetibilidade	Notas
7.073,0 a 7.197,6	Baixa	2
7.197,6 a 7.321,9	Moderada	3
7.321,9 a 7.446,3	Alta	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

2.2.4. Erodibilidade dos solos (K)

Inicialmente, foi adquirido arquivo vetorial dos solos da Folha SB.24 - Jaguaribe, em escala 1:250.000, disponibilizado no *site* da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE, 2014). Após a identificação das ordens de solos, aplicou-se a proposta metodológica de Crepani et al. (2001) para estimar as classes do fator K. Ressalta-se que a referida proposta considera o nível de desenvolvimento ou maturidade dos solos como forma de estimar o fator K. Desse modo, foram definidas três classes e notas para a Erodibilidade dos solos, no que se refere aos solos identificados em Castelo do Piauí, conforme está representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Intervalos de Erodibilidade dos solos (K), notas e respectivas classes de suscetibilidades.

Ordens de solos	Notas	Classe de suscetibilidade
Latossolos	2	Baixa
Planossolos	3	Moderada
Neossolos e Plintossolos	5	Muito alta

Fonte: Crepani et al. (2001). Adaptado pelos autores (2017).

2.2.5 Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)

O uso desse parâmetro permitiu conhecer a fisionomia da cobertura vegetal e, por conseguinte, o nível de proteção oferecida aos solos. Para a elaboração do mapa do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) foi adquirida uma imagem via satélite *Landsat 8 OLI*, junto ao *USGS*, via *site* <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>, possuindo as seguintes características: órbita/ponto 218/64, resolução de 30 metros e a seguinte data de passagem: 17 de agosto de 2016. Destaca-se que a referida imagem foi selecionada tomando-se como critério a menor presença de nuvens.

A imagem adquirida passou por processo de conversão geométrica e radiométrica (16 para 8 bits) via ferramentas do SIG *QGIS*. Em seguida, foi aplicada a equação 3 do SAVI no referido SIG. Destaca-se que o SAVI analisa os efeitos do solo exposto nas cenas estudadas, considerando-se o ajuste do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) quando a superfície não está totalmente recoberta pela vegetação (BORATTO; GOMIDE, 2013).

$$SAVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} * (1 + L) \quad (3)$$

Onde:

L corresponde a uma constante chamada de fator de ajuste do índice SAVI, que nesse estudo assumiu o valor de 0,5, aplicado à vegetação com densidade intermediária.

O processo de fatiamento do SAVI resultou em quatro classes. Essas estão relacionadas a solo exposto e a cobertura vegetal que variam de baixa a alta atividade fotossintética, conforme é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Intervalos do SAVI, classes de vegetação, notas e respectivas classes de suscetibilidade da vegetação.

Intervalos do SAVI	Classes de vegetação	Notas	Classes de suscetibilidade
> 0,5 a 0,7	Vegetação com alta atividade fotossintética	1	Baixa
> 0,3 a 0,5	Vegetação com moderada atividade fotossintética	2	Moderada
> 0,1 a 0,3	Vegetação com baixa atividade fotossintética	3	Alta
> 0 a 0,1	Solo exposto	4	Muito alta

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados acerca da suscetibilidade litológica apontaram que no município de Castelo do Piauí predomina 69,2% de suscetibilidade moderada em relação à litologia (Figura 7), notadamente devido às formações serem constituídas por arenitos. Ao passo em 16,6% e 14,2% da área estudada distribui-se litologia com alta a muito alta suscetibilidade a erosão, no primeiro caso se deve a presença de siltitos e argilitos com intercalações de folhelhos e no segundo caso deve-se aos sedimentos coluviais.

Em relação à suscetibilidade do relevo, particularmente ligado à declividade média, o município de Castelo do Piauí apresenta predomínio de classes de declividade muito baixa a baixa, em aproximadamente 80,3% de sua área (Figura 8), fato que se deve ao relevo plano a suave ondulado. Aproximadamente 3% de seu relevo possui alta a muito alta suscetibilidade, particularmente ligado a relevos forte ondulado a montanhoso, estes atrelados às vertentes das principais formações geológicas, a

exemplo da Serra Grande. Ressalta-se, ainda, que na área estudada é preponderante o relevo com formas tabulares e ainda relevos dissecados em forma de morros e colinas.

Figura 7. Suscetibilidade litológica do município de Castelo do Piauí.

Fonte: CPRM (2006). Organizado pelos autores (2017).

Figura 8 - Suscetibilidade do relevo do município de Castelo do Piauí.

Fonte: SRTM (USGS, 2017). Organizado pelos autores (2017).

No que diz ao potencial de erosividade das chuvas (R) o município de Castelo do Piauí possui 84,1% de sua área com erosividade moderada (Figura 9). As classes baixa e alta erosividade ocupam 4,3% e 11,6% desse município, respectivamente. Destaca-se que o fator R sofre influência dos volumes de precipitação concentrados de 4 a 5 meses do ano.

As quatro ordens de solos identificadas na área em estudo, quanto analisada a suscetibilidade a processos erosivos, a partir da metodologia de Crepani et al. (2001), evidenciaram predomínio da classe muito alta suscetibilidade, que ocupa 69,5% da área estudada (Figura 10). Os resultados devem-se à presença de solos jovens e poucos desenvolvidos, a exemplo dos Neossolos Litólicos e dos Neossolos Quartzarênicos. Em 29,9% e 0,5% da área constatou-se a ocorrência de solos com baixa suscetibilidade a erosão (latossolos) e moderada suscetibilidade a erosão (planossolos).

Figura 9 - Suscetibilidade a erosividade das chuvas do município de Castelo do Piauí.

Fonte: ANA (2017).

Figura 10 - Suscetibilidade dos solos a processos de erosão do município de Castelo do Piauí.

Fonte: INDE (2014). Organizado pelos autores (2017).

Os solos anteriormente mencionados encontram-se recobertos por vegetação que oferece moderada proteção aos solos, que foi identificada em 70,4% do município estudado (Figura 11), apresentado a mesma uma fisionomia do tipo caatinga de porte arbóreo. A classe de menor suscetibilidade, atrelada à vegetação de transição do tipo caatinga arbórea a cerrado, ocupa apenas 0,4% da área estudada. Enquanto isso, as classes de maior suscetibilidade (alta e muito alta) ocupam 29,1% e 0,1%, apresentando fisionomia do tipo caatinga arbustiva aberta e solo exposto.

Por meio de álgebra de mapas foi possível identificar que na área do município de Castelo do Piauí prevalecem as classes baixa a moderada suscetibilidade erosiva (Figura 12), que se distribuem por 69,9% desse município. O predomínio dessas classes deve-se principalmente a seu relevo preponderantemente plano a suave ondulado aliado a litologia arenítica, presença de solos profundos e arenosos a exemplo dos latossolos e, também, a cobertura vegetal com moderada atividade fotossintética. Em 30,1% da área constatou-se alta suscetibilidade erosiva, fato resultante da litologia com ocorrência de siltitos, folhelhos e sedimentos coluviais, presença de relevo forte ondulado a montanhoso e solos jovens e pouco desenvolvidos recobertos por vegetação com baixa capacidade de proteção, particularmente caatinga arbustiva aberta.

Figura 11 - Suscetibilidade da cobertura vegetal do município de Castelo do Piauí.

Fonte: USGS (2017).

Figura 12 - Índice de suscetibilidade erosiva do município de Castelo do Piauí.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Diante do exposto, fica clara a necessidade de realização de planejamento e gestão no município de Castelo do Piauí. Posto que apesar dos dados indicarem moderada suscetibilidade, é necessário atentar-se para elementos específicos, tais como litologia frágil, relevo forte ondulado a montanhoso,

erosividade e erodibilidade altas, solos jovens e pouco desenvolvidos e cobertura vegetal com baixa capacidade de proteção. Esses elementos quando integrados resultam em suscetibilidade da área quando relacionadas as atividades econômicas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo ora apresentado atingiu seus objetivos, visto que por meio de levantamento bibliográfico e cartográfico fora realizada caracterização geoambiental do município de Castelo do Piauí e, ainda, identificação das áreas com distinta suscetibilidade erosiva presente nesse município.

Nesse sentido, foi possível apreender que a área estudada está localizada sobre formações geológicas de natureza sedimentar, a saber: Formação Cabeças (predominante na área), Formação Pimenteiras, Depósitos Colúvio-Eluviais, Grupo Serra Grande e Formação Longá. Os recursos hídrico na área são representados pelos rios Poti (principal curso hídrico), Cais e São Miguel, bem como os riachos São Francisco, Palmeira, Cangalhas e Boa Ventura. A área encontra-se sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se constitui o principal sistema atmosférico atuante na área, com precipitações concentradas entre 4 a 5 meses do ano. Citam-se, também, que o município apresenta quatro ordens de solos, a saber: os Neossolos (ordem predominante), os Latossolos, os Plintossolos e os Planossolos.

A integração dos dados supracitados possibilitou inferir que em Castelo do Piauí predominam as classes baixa a moderada suscetibilidade erosiva, estas se distribuindo por 69,9% da área estudada, que resulta do predomínio de relevo plano a suave ondulado associado à litologia arenítica, presença de latossolos e cobertura vegetal com moderada atividade fotossintética. Por outro lado, em 30,1% do município foi identificada alta suscetibilidade erosiva, que se deve a existência de litologia com ocorrência de siltitos, folhelhos e sedimentos coluviais, presença de relevo forte ondulado a montanhoso, solos jovens e pouco desenvolvidos e cobertura vegetal com baixa atividade fotossintética.

Desse modo, fica evidente a necessidade de realização de planejamento e gestão das atividades econômicas desenvolvidas na área do município em questão. Pois embora ocorra predomínio de baixa a moderada suscetibilidade erosiva, faz-se necessária ter atenção especial em relação àquelas áreas com relevo forte ondulado a montanhoso, solos pouco desenvolvidos recobertos por vegetação de baixa capacidade de proteção. Pois o uso dessas áreas deve estar diretamente ligado ao conhecimento de sua capacidade de suporte, para tanto, devendo-se ser desenvolvidos estudos à luz da abordagem sistêmica.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1963 a 2001**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 09 out. 2016.

AQUINO, C.M.S. **Suscetibilidade Geoambiental das terras do Estado do Piauí à Desertificação**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza - CE. 2002.

AQUINO, C.M.S. **Estudo da degradação / desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe - UFSE. São Cristovão, 2010.

BORATTO, I.M.P.; GOMIDE, R.L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVI, Foz do Iguaçu - PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2013, p.7345-7352.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. Brasília: MMA. 2004.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. 2ª Versão. Teresina, 2006.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ministério de Minas e Energia. **Mapas estaduais de geodiversidade: Piauí**. Rio de Janeiro: CPRM. 2006. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>> Acesso em: jan. 2014.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMEKA, E.E. Drought and Desertification as they affect Nigerian Environment. **Journal of Environmental Management and Safety**, v. 4, n. 1, p.45-54. Nsukka - Nigéria. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em: 20 mar. 2017.

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Especiais. **Mapa de Solos da Folha SB.24 - Jaguaribe**. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. 2014. Acesso em: 27 nov. 2015.

LIMA, M.N.S. **Classificação ecodinâmica das unidades de paisagem na área de preservação ambiental das onças, no município de São João do Tigre-PB**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Paraíba (UFPB). – João Pessoa - PB, 2013.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas - SP. **Bragantina**, Campinas, v. 51, n.2, p.189-1996, 1992.

MANNIGEL, A.R.; CARVALHO, M.P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L.R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1335-1340, 2002.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia (CD-Rom), XI, Rio de Janeiro - RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: 2000, p.1.334-1.342.

NEPOMUCENO, M.Q.; SANTOS JÚNIOR, J.L.; OLIVEIRA JUNIOR, I.; LOBÃO, J.S.B. Mapeamento das unidades ecodinâmicas: subsídio ao estudo da vulnerabilidade ambiental no polo de Irecê-BA. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.2, n.4, p.1560-1573, 2012.

NIMER, E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.50, n.1, p.7-39, jan./mar. Rio de Janeiro: IBGE, 1988.

OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. Usuais: programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador (UFPI)**, v.5, n.2, p.36-60, Janeiro/Junho, 2016.

OLIVEIRA, V.P.V. Indicadores biofísicos de desertificação, Cabo Verde/África. **Revista Mercator**, Fortaleza, v.10, n. 22, p.147-168, mai./ago. 2011.

PEREZ-MARIN, A.M. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 17, n.34, p.87-106. 2012.

PIAUÍ. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006**. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências.

SANTOS, F.A.; AQUINO, C.M.S. Mapeamento das unidades geoambientais do município de Castelo do Piauí: subsídio ao planejamento ambiental. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.9, n.3, p.428-449, João Pessoa - PB. 2015.

SILVA, L.G.; SANTOS, A.M; SILVA, H.A.; GALVÍNIO, J.D. Diagnóstico da fragilidade ambiental do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Pajeú – PE. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XV, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba: 2011, p.7611-7619.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance** - Publications in Climatology. New Jersey: Centerton, v. VIII, nº 1. 1955.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 1993. 952.p.

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). **Earth Explorer** - Collection - Landsat Archive. 2017. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). **Earth Explorer - Digital Elevation** – SRTM 1 Arc-Second Global. 2017. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

VALERIANO, M.M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.72-104.