

# ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E USO DAS TERRAS EM UNIDADES DE RELEVO, NOS MUNICÍPIOS DE CASTELO DO PIAUÍ E JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORDESTE, BRASIL

Analysis of land cover and land use in relief units in the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí, Northeastern, Brazil

Análisis de la cubierta vegetación y uso de la tierra en unidades de alivio, en las ciudades de Castelo do Piauí y Juazeiro do Piauí, Nordeste de Brasil

## RESUMO

É essencial a utilização do geoprocessamento para mapeamento das unidades geoambientais e sensoriamento remoto para análise da cobertura das terras, principalmente, em Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), tais como os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. Desse modo, o presente estudo propôs-se a identificar as unidades geoambientais presentes nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí e analisar, por meio das imagens via satélite Landsat 5 TM e do sensoriamento remoto, o estado da cobertura vegetal e o uso das terras nas referidas unidades. Foram identificadas cinco unidades geoambientais, tomando como base os Modelos Digitais de Elevação (MDE's) e técnicas de geoprocessamento, a saber: i) Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí; ii) Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti; iii) Vale da Bacia do rio Poti; iv) Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí e v) Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí. A dinâmica do uso e cobertura das terras evidenciou que as referidas unidades de relevo apresentaram redução das atividades agropecuárias e aumento da caatinga arbustiva e caatinga arbórea. Amplia-se assim o conhecimento sobre a dinâmica ambiental da área em estudo com vista ao seu ordenamento territorial..

**Palavras-chave:** Paisagem, Sistema de Informação Geográfica, Áreas Suscetíveis à Desertificação.

## ABSTRACT

It is essential the use of GIS for mapping of geo-environmental units and remote sensing to analyze of coverage of land, mainly in areas susceptible Desertification (ASD), such as the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí. Thus, this study aimed to identify the geo-environmental units present in the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí and analyze, through the images of the satellite Landsat 5 TM and remote sensing, the state of the vegetation and use of land at such plants. Five geo-environmental units have been identified, based on the Digital Elevation Models (DEM) and GIS techniques namely: i) Surface Pedimentada Dissected in Hills/Hills and Tabular Forms of Juazeiro do Piauí; ii) Landings Structural river Poti Basin; iii) Valley River Basin Poti; iv) Surface Pedimentada Dissected in Hills/Hills and Forms of Castelo do Piauí Tabular; v) Edges Cuestiformes Preserved interior of the Sedimentary Basin of Maranhão/Piauí. The dynamics of the use and coverage of land showed that such relief units decreased agricultural activities and incre-

### Francílio de Amorim dos Santos

Doutorando em Geografia (Universidade Estadual do Ceará / Campus Itaperi). Docente do Instituto Federal do Piauí / Campus Piriipiri.  
E-mail: francilio.amorim@ifpi.edu.br

### Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Doutora em Geografia Departamento de História e Geografia da Universidade Federal do Piauí  
E-mail: cmsaboia@gmail.com

*Artigo recebido em: 21/07/2015*

*Artigo publicado em: 08/07/2016*

**GEOGRAFARES** 

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Janeiro-Junho, 2016  
ISSN 2175 -3709

ased shrub savanna and tree savanna. They were thus broaden knowledge about the environmental dynamics of the study area with a view to territorial planning of it.

**Keywords:** Landscape, GIS, Susceptible areas Desertification.

## RESUMEN

Es esencial el uso de SIG para el mapeo de unidades geo-ambiental, y la teledetección para analizar de la cobertura de la tierra, principalmente en las zonas susceptibles Desertificación (ASD), tal como los municipios de Castelo do Piauí y Juazeiro do Piauí. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo identificar las unidades geoambientales presentes en los municipios de Castelo do Piauí y Juazeiro do Piauí y analizar, a través de las imágenes del satélite Landsat 5 TM y teledetección, el estado de la vegetación y el uso de terreno en dichas plantas. Cinco unidades geo-ambientales han sido identificados, con base en los Modelos Digitales de Elevación (DEM) y técnicas de SIG a saber: i) Pedimentada Superficie disecado en Morros/Colinas y Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí; ii) Cuenca del río Poti Desembarques Estructural; iii) el valle del río Cuenca Poti; iv) Pedimentada superficie disecada en Morros/Colinas y Formas de Castelo do Piauí tabular; v) Bordes Cuestiformes Conservas interior de la cuenca sedimentaria de Maranhão/Piauí. La dinámica del uso y cobertura del suelo mostraron que tales unidades de alivio disminuyeron las actividades agrícolas y el aumento de la sabana arbustiva y sabana árbol. Por lo tanto Fueron ampliar el conocimiento sobre la dinámica ambiental del área de estudio, con miras a la planificación territorial de la misma.

**Palabras clave:** Paisaje, Sistema de Información Geográfica, Áreas Susceptibles a la Desertificación.

## INTRODUÇÃO

A evolução da história humana é permeada pelo desenvolvimento de atividades econômicas que tem promovido danos ambientais em diferentes magnitudes. Nesse contexto, a cobertura vegetal tem sido removida para a prática de atividades ligadas à agropecuária, a mineração e à extração vegetal para a produção de lenha ou carvão vegetal.

Distribuídos pelo planeta são encontrados diversos processos de degradação ambiental. Entretanto, nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas destaca-se, principalmente, o fenômeno da desertificação que, segundo o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil) (BRASIL, 2004), diz respeito à degradação das terras resultado de variações climáticas e atividades relacionadas ao uso inadequado dos recursos naturais.

O resultado do referido processo gera múltiplos danos, com destaque para o comprometimento dos recursos hídricos, do solo, da cobertura vegetal e da qualidade de vida da população das áreas afetadas. Aquino (2002), em seu estudo, aponta que 45,3% da área total do Estado do Piauí apresenta condições de clima subúmido seca ou semiárido. Tal fato revela a necessidade do desenvolvimento de estudos em áreas com suscetibilidade à desertificação, a exemplo dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, que foram apontados em estudo de Aquino e Oliveira (2012), como áreas suscetíveis à desertificação.

O processo de desertificação causa significativas modificações aos ecossistemas, desencadeando erosão acelerada do solo, aumento do escoamento superficial, diminuição da retenção de água no solo, perda ou redução de biodiversidade, redução da produtividade e comprometimento da qualidade de vida das comunidades humanas nas áreas afetadas.

Tomando como base a dinâmica natural da cobertura vegetal aliada às atividades humanas, o presente estudo propôs-se a identificar as unidades de relevo presentes nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí e a analisar, por meio do sensoriamento remoto, o estado da cobertura vegetal e o uso das terras nas referidas unidades.

## Análise ambiental em áreas suscetíveis à desertificação

O processo de desertificação uma vez instalado gera profundas alterações na paisagem, bem como graves problemas para a população atingida. O referido fenômeno, de acordo com Nimer (1988) diz respeito a um tipo de degradação ambiental relacionado a um desequilíbrio natural, com causas desencadeadas pelo uso inadequado dos solos.

Nesse contexto, pode afirmar que a desertificação é um fenômeno oriundo de fatores climáticos aliados a ações humanas. Os fatores climáticos estão relacionados às constantes e prolongadas secas, que podem ser mensuradas através Índice de Aridez. Por sua vez, as causas humanas dizem respeito aos desmatamentos, a extração intensa de produtos florestais, os incêndios florestais, a sobrecarga animal, o uso intensivo do solo e o seu manejo inadequado, bem como o emprego de tecnologias não apropriadas para os ecossistemas que naturalmente apresentam-se frágeis (SÁ et al., 2010).

Em Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) os elementos da paisagem apresentam-se com fragilidade natural, posto que o relevo possa apresentar-se sem proteção da cobertura vegetal, desse modo exposto aos condicionantes climáticos. Esse, por sua vez, caracteriza-se por semiaridez, elevadas taxas de evapotranspiração e baixas taxas de precipitação, resultando em déficit hídrico. A interação dos dois elementos, anteriormente, mencionados resulta em solos jovens e pouco desenvolvidos, que aliados a concentração de chuvas em curto período de tempo asseveram a fragilidade nas ASD.

Diante do exposto, a paisagem pode ser entendida como um conjunto dinâmico e integrado de elementos que evoluem de forma contínua. Desse modo, Bertrand (1972, p.141) define paisagem como sendo “[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”.

De acordo com Crepani et al. (2001), a paisagem é construída e destruída por meio das forças internas e externas e o produto dessa destruição é levado encosta abaixo pelos rios para o mar, resultando no acúmulo na forma de sedimentos em

determinado ponto, onde as forças internas terrestres transformam tais sedimentos em novas rochas.

Paisagem, para Santos (2006, p.66), é “[...] o conjunto de forma que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. O espaço são essas formas mais a vida que as anima”. Portanto, paisagem é o resultado das interações homem/natureza.

Nesse contexto, torna-se de suma importância realizar o mapeamento das unidades de relevo para conhecimento dos aspectos físicos que compõem determinado ambiente, bem como outras variáveis tais como os aspectos geológicos, pedológicos, climáticos, hidrológicos, tipos de cobertura vegetal e usos da terra. Geralmente, tem sido utilizada a variável geomorfológica como ponto de partida para estudos da dinâmica ambiental, como fins de planejamento ambiental, como mostram os exemplos descritos abaixo.

Robaina et al. (2009) utilizaram o mapa geomorfológico como elemento norteador para delimitação das Unidades Geoambientais, em estudo realizado na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu - RS. Para os autores a geomorfologia aparece como principal elemento para realização das análises geoambientais, constituindo-se produto integrador das formas e processos morfogenéticos.

Aquino (2010), ao estudar a degradação/desertificação do núcleo de São Raimundo Nonato, Piauí, utilizou-se dos elementos estruturais e topo-morfológicos para delimitar as unidades geoambientais. Pois os referidos elementos apresentam estágios evolutivos diferenciados e dinâmicas próprias.

Oliveira (2011) deu ênfase à geomorfologia ao estudar a desertificação em unidades geoambientais, em Cabo Verde, na África, entendendo que se tornaria mais fácil identificar as unidades, com a possibilidade de delimitação mais rigorosa e precisa.

Um importante elemento no estudo da dinâmica natural diz respeito à cobertura vegetal que se constitui a base da cadeia trófica (TRICART, 1977). Para Crepani et al. (2001), a cobertura vegetal está diretamente relacionada ao retardo do incremento de águas provenientes das precipitações pluviais decorrentes de drenagem e ao aumento da capacidade de infiltração, pois quanto maior for a densi-

dade vegetal mais favorável será o processo de pedogênese com desenvolvimento e maturação do solo.

No estudo da dinâmica ambiental, o conhecimento dos softwares para realizar geoprocessamento e sensoriamento remoto tem sido de suma importância. Robaina et al. (2009), reconhecem tal importância ao enfatizar a interpretação e análise para planejamento nas áreas degradadas. Apontam a utilização da cartografia temática como forma de fazer um mapeamento geoambiental, ou um mosaico de unidades homogêneas, através do uso de softwares.

A utilização de ambientes computacionais de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) facilita o trabalho para integração de dados de sensores remotos e dados originados de outras fontes, possibilita a análise espacial, a modelagem dos ambientes e a compreensão de determinados fenômenos e projeção de cenários futuros (FLORENZANO, 2005).

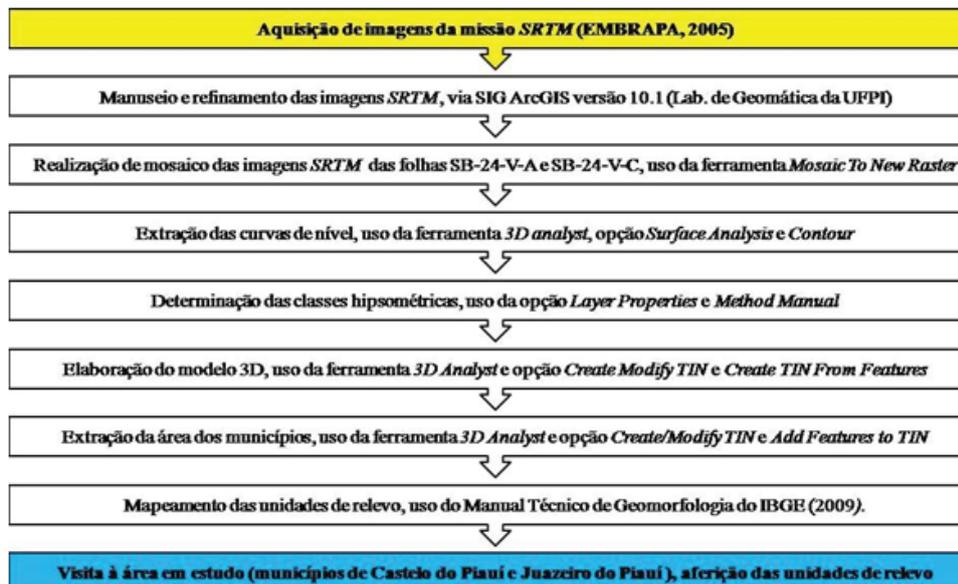
## Materiais e métodos

No presente estudo foi empregada metodologia quantitativo-qualitativa, pois foi realizada quantificação na coleta de dados com posterior análise e interpretação. Quanto à natureza a pesquisa é classificada como explicativa, visto que buscou identificar as unidades de relevo e os fatores responsáveis pelas mudanças no padrão da cobertura vegetal e uso das terras em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

## Procedimentos metodológicos

Para identificação das unidades de relevo dos referidos municípios foram utilizados os Modelos Digitais de Elevação (MDE's), conforme apresentado na Figura 01. Medeiros et al. (2008) compararam a qualidade altimétrica dos MDE's adquiridos a partir da missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) e os obtidos através de curvas de nível do Mapeamento Sistemático Nacional na escala de 1:100.000. Concluíram que os MDE's SRTM apresentaram melhores resultados altimétricos, fato que aliado à facilidade de aquisição, posto os MDE's serem distribuídos gratuitamente na internet através do site <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>> da EMBRAPA, justificou o emprego da técnica.

**Tabela 1:** procedimentos técnicos para mapeamento das unidades de relevo, dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Para análise da cobertura vegetal e uso das terras foram adquiridas imagens (Quadro 01) do satélite Landsat 5 TM, distribuídas gratuitamente na internet através do site <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> do United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS), imageadas do mês de

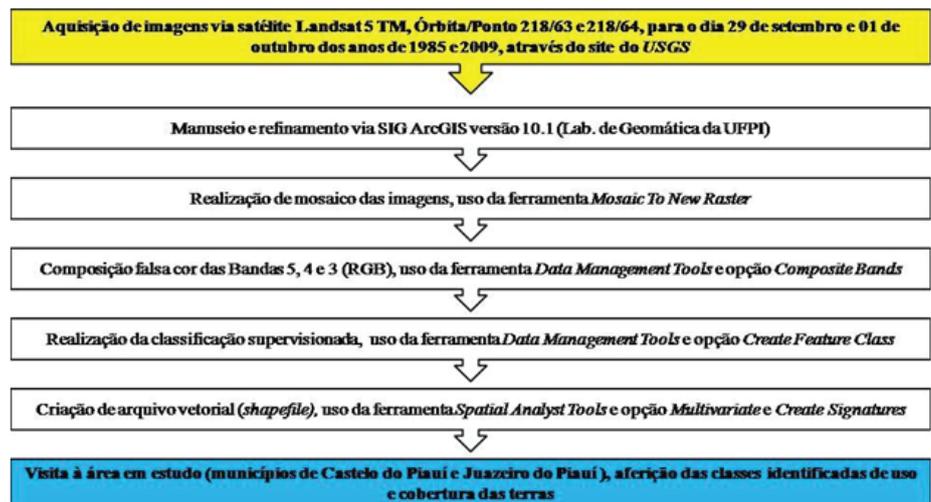
setembro e outubro, dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, pois apresentam menor quantidade de nuvens. Os procedimentos técnicos para gerar o mapa de uso e cobertura das terras estão expressos na Figura 02.

**Quadro 1** - Características das imagens do satélite Landsat 5 TM, imageadas dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

1985			2009		
Ponto/Órbita	Datas	Resolução	Ponto/Órbita	Datas	Resolução
218/63	29 de setembro	30 metros	218/63	01 de outubro	30 metros
218/64		30 metros	218/64		30 metros

Fonte: Santos (2015).

**Figura 2** - Procedimentos técnicos para análise do uso e cobertura das terras, nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

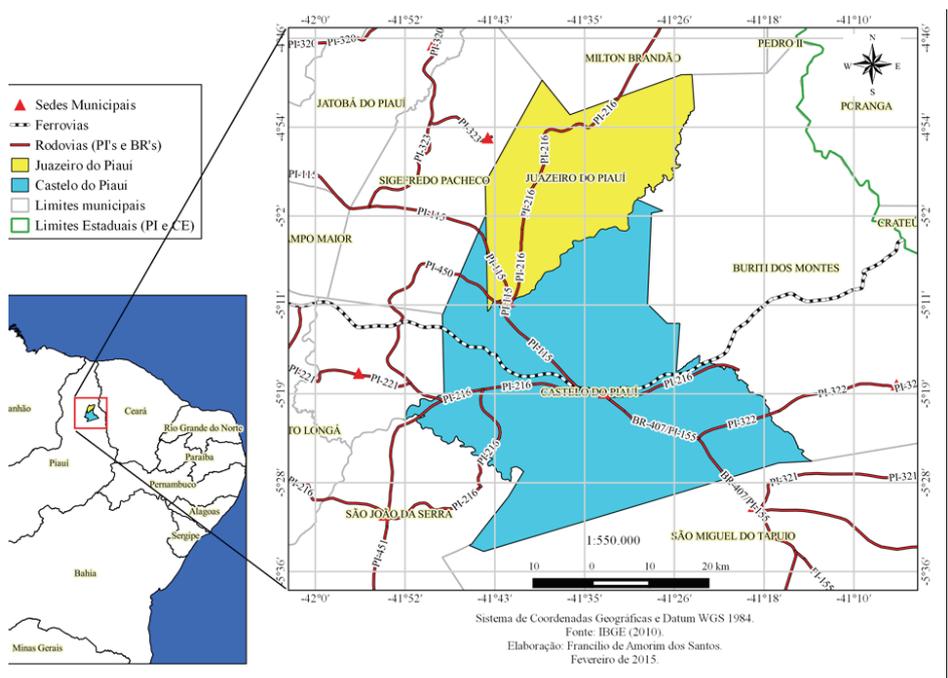


De acordo com Aquino e Valladares (2013), o sistema Landsat foi desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) e permite a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva. Florenzano (2008) complementa ao afirmar que a data das imagens é extremamente importante, visto que os ambientes da superfície terrestre são dinâmicos, principalmente, a cobertura vegetal em áreas áridas e semiáridas, que apresentam alta correlação entre todas as bandas.

**Localização e caracterização da área em estudo**

A pesquisa foi desenvolvida nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, conforme Figura 03. Ambos estão localizados na Macrorregião do Meio-Norte e Território do Desenvolvimento dos Carnaubais (PIAUI, 2006). Suas sedes municipais situam-se, respectivamente, a 158 km e 184 km de Teresina. Os referidos municípios possuem importantes fontes historiográficas, registros fósseis, vegetação de transição caatinga, cerrado e carnaubal, com formações rochosas areníticas.

**Figura 3** - Localização dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, obtido a partir da malha municipal digital do Brasil, em escala 1:250.000.



Fonte: (IBGE, 2010)

O município de Castelo do Piauí possui uma área de 2.035,2 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com Pedro II, ao sul com São Miguel do Tapuio, a leste Área de Litígio entre Piauí e Ceará, a oeste com Campo Maior, Alto Longá e São João da Serra. Sua sede municipal localiza-se às Coordenadas Geográficas: 05°19'19"S e 41°33'10"O (AGUIAR e GOMES, 2004a; IBGE, 2015). Por sua vez, o município de Juazeiro do Piauí possui área de 827,2 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com Sigefredo Pacheco e Milton Brandão, ao sul com Castelo do Piauí e Buriti dos Montes, a leste com Buriti dos Montes, a oeste Castelo do Piauí e Sigefredo Pacheco. Sua sede municipal situa-se às Coordenadas Geográficas de 05°10'19"S e 41°42'10"O (AGUIAR e GOMES, 2004b; IBGE, 2015).

Os municípios estudados estendem-se sobre as seguintes formações geológicas: Serra Grande, encontrada em 22,9 km<sup>2</sup> (0,8%) da área; Pimenteiras, que abrange 492,3 km<sup>2</sup> (17,2%) dos municípios; Cabeças que compreende 2.052,4 km<sup>2</sup> (71,7%) da área pesquisada; Longá que se estende por 8,6 km<sup>2</sup> (0,3%); e os Depósitos Colúvio-Eluviais que correspondem a 286,2 km<sup>2</sup> (10%) dos municípios (CPRM, 2006).

O relevo da área constitui-se de altitudes que vão de 100 m e a 580 m. Entretanto, 70,4% da área possuem altitudes no intervalo de 180 a 300 m e correspondem, principalmente, às superfícies planas dos Patamares Estruturais e do Vale da Bacia do rio Poti. Por outro lado, em 3,8% da área encontram-se altitudes que variam de 420 a 580 m, representadas pelas Formações Serra Grande, Pimenteiras e Cabeças (SANTOS, 2015).

A área dos municípios está sob interferência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pela ocorrência de chuvas de fevereiro a maio. Nesse sentido, o Índice Efetivo de Umidade (IM) apontou que os municípios possuem 64,7% de seus territórios enquadrados no tipo climático subúmido seco, 28,6% subúmido úmido e 6,7% semiárido. Logo, afirma-se que 71,4% da área possui fragilidade climática natural ao processo de desertificação. Ressalte-se, ainda, que principalmente a parte centro-norte encontra-se sob influência da ZCIT e possui níveis

de precipitação no intervalo de 900 a mais de 1.200 mm, além de irregular distribuição temporal das chuvas com 5 a 8 meses secos, taxas de Evapotranspiração Potencial (ETP) entre 1.500 a 1.600 mm e acima de 1.600 mm, respectivamente, encontradas em 40% e 32% da área estudada.

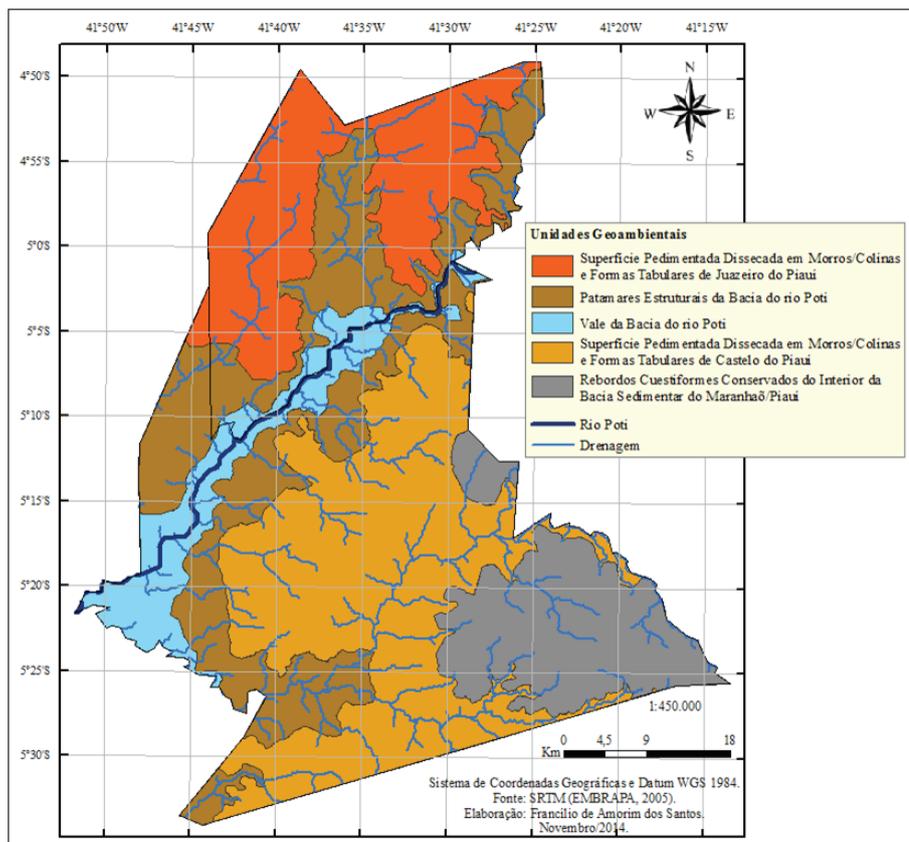
Ambos os municípios são separados pelo rio Poti. Além do citado, Castelo do Piauí é drenado, também, pelos rios do Cais e São Miguel e riachos São Francisco, da Palmeira, das Cangalhas e Boa Ventura. Juazeiro do Piauí, por sua vez, é drenado pelo rio Parafuso e riacho Vertente (AGUIAR e GOMES, 2004a; 2004b).

De acordo com Jacomine (1983), foram identificadas as seguintes ordens de solos: Areais Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos) que se distribuem por 12,8% da área; Brunos Não-Cálcicos (Luvissolos Crômicos) que ocupam 0,6% dos municípios; Latossolos Amarelos, sendo a mais expressiva ordem na área, abrangendo 40,5%; Plintossolos que se distribuem-se por 0,2%; Podzólicos Vermelhos-Amarelos (Argissolos) que se estendem por 12,7%; Solos Litólicos (Neossolos Litólicos), identificados em 33,2% dos municípios.

## Resultados e discussão

O presente estudo utilizou-se do critério topo-morfológico, além das cotas altimétricas e das classes de declividade, para delimitar as seguintes unidades de relevo, conforme Figura 04: Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí, Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti, Vale da Bacia do rio Poti, Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí e Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí.

**Figura 4** - Unidades de Relevo dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, refinado a partir das folhas SB-24-V-A e SB-24-V-C, com resolução espacial de 90 m, da missão SRTM.



Fonte: (EMBRAPA, 2005).

A Tabela 01 apresenta as unidades, com suas respectivas áreas absolutas e porcentagens. Pode-se afirmar que a unidade geoambiental mais extensa é a Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí que abrange 33,7% do município de Castelo do Piauí. A segunda unidade mais extensa é representada pelos Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti que representam 26,6% da área total de Castelo e Juazeiro. Às referidas unidades seguem-se a Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí, os Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí e o Vale da Bacia do rio Poti que abrangem, respectivamente, 17,5%, 14,2% e 8,6% da área em estudo.

**TABELA 1** - Área e porcentagem das Unidades de Relevo mapeadas nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Unidades Geoambientais	Área (km <sup>2</sup> )	%
SPJP	500,9	17,5
PE	744,2	26,0
VBP	246,2	8,6
SPCP	964,6	33,7
RCC	406,5	14,2
<b>Total</b>	<b>2.282,4</b>	<b>100</b>

\*SPJP - Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí; PE - Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti; VBP - Vale da Bacia do rio Poti; SPCP - Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí; RCC - Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí.

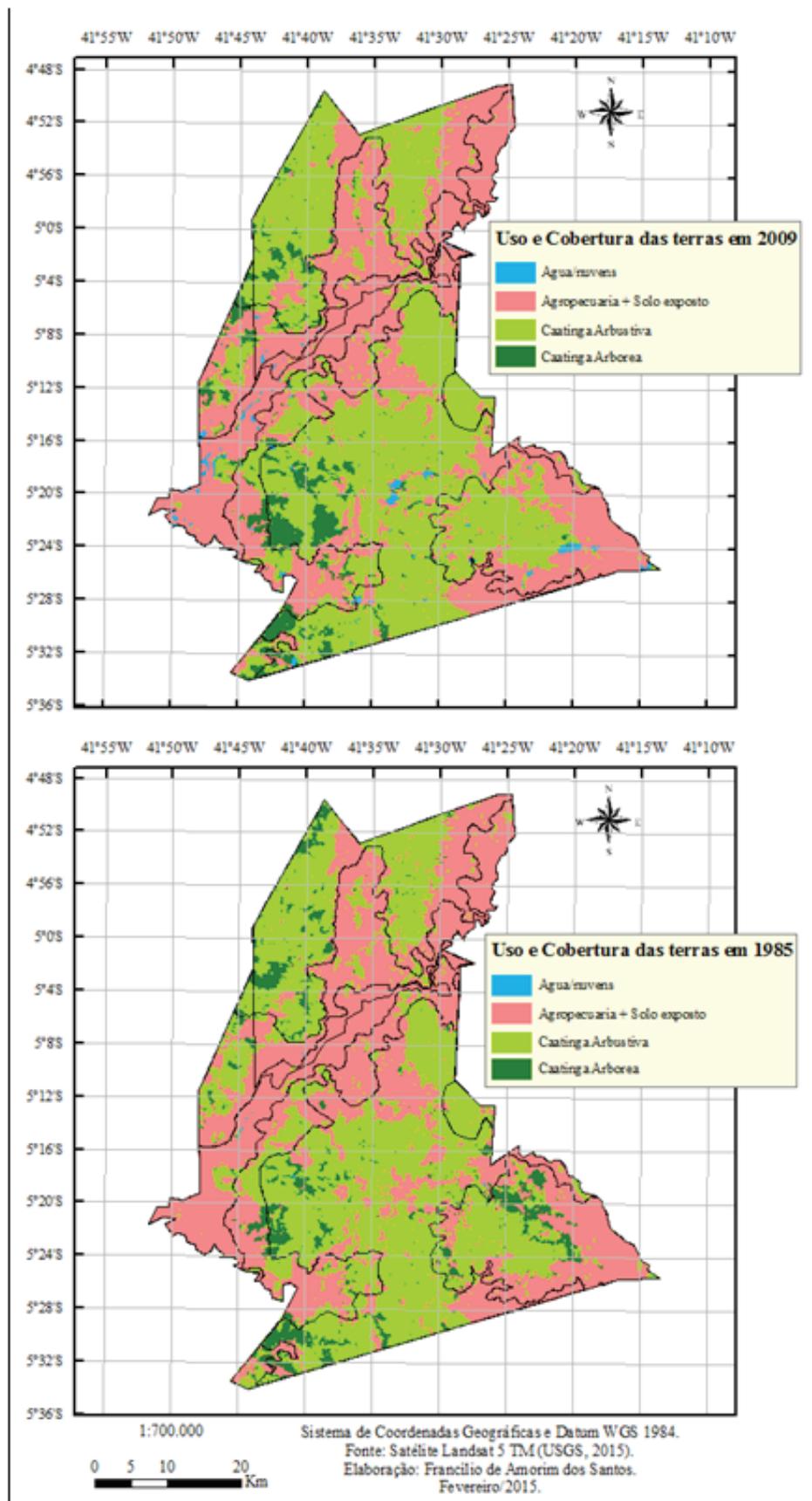
**Fonte:** Santos (2015).

### Dinâmica da cobertura vegetal e do uso das terras nos anos de 1985 e 2009

A cobertura vegetal presente nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí é constituída por variadas fisionomias em diversos estágios de conservação e de regeneração, sendo encontradas algumas áreas ainda bastante conservadas. Dessa forma, a estrutura vegetacional da área em estudo apresenta formações baixas, mais abertas, destacando-se o estrato herbáceo, as arbóreas mais encorpadas. Destaca-se, ainda, o cerrado rupestre que se encontradisposto sobre os afloramentos rochosos e entre as linhas de drenagem temporárias, caracterizando-se por possuir plantas de pequeno porte e bastante espaçadas (ALBINO, 2005).

Por meio da Figura 05 é possível inferir que de 1985 para 2009 houve pequenas modificações na cobertura vegetal e uso das terras nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

**FIGURA 5** - Uso e Cobertura das Terras nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, refinado a partir de imagens via satélite Landsat 5 TM, comparação entre os anos de 1985 e 2009.



Fonte: USGS (2015).

A Tabela 02 aponta as variações nas classes de cobertura vegetal e uso das terras em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí que, em geral, apresentou redução da área destinada à agropecuária e aumento das classes de caatinga arbustiva e arbórea. Destaque-se que houve redução

das atividades agropecuárias em 0,3%, de 1985 para 2009, entretanto, a vegetação do tipo caatinga arbórea teve redução de 1,6% e aumento de 1,9% da caatinga arbustiva.

**TABELA 2** - Distribuição das áreas e porcentagens das Formações Vegetais e Uso das Terras nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, comparação entre os anos de 1985 e 2009.

Uso / Cob. da Terra*	Ocorrência nas Unidades Geoambientais (%)**									
	SPJP**		PE**		VBP**		SPCP**		RCC**	
	1985	2009	1985	2009	1985	2009	1985	2009	1985	2009
1	81,65	76,58	80,15	71,25	78,97	72,24	73,90	57,53	40,09	27,66
2	15,55	20,53	18,61	26,29	20,88	7,32	23,22	38,34	55,29	71,67
3	2,80	2,89	1,24	2,46	0,15	0,44	2,88	4,13	4,62	0,67
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\*1 - Agropecuária + Solo exposto; 2 - Caatinga Arbustiva; 3 - Caatinga Arbórea.

\*\*SPJP - Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí; PE - Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti; VBP - Vale da Bacia do rio Poti; SPCP - Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí; RCC - Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí.

Fonte: Santos (2015).

Na Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí as atividades humanas estão relacionadas à extração vegetal para produção de lenha, pastagem, cultivo de milho (Figura 06) e bovinocaprinocultura (Figura 07). Entretanto, as imagens

via satélite Landsat 5 (Figura 05) e os dados da Tabela 02 apontam redução em 5,07% das atividades agropecuárias, de 1985 para 2009, o que resultou na recuperação da cobertura vegetal, principalmente, da caatinga arbustiva que aumentou em 4,98%.

**FIGURA 6** - Cultivo de milho (roçado de milho).



Fonte: Santos (2015).

**FIGURA 7** - Prática de caprinocultura, em caatinga arbustiva aberta.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°05'04"S  
Long.: 41°41'54"O

Os Patamares Estruturais da Bacia do rio Potiônio constituídos por superfícies intermediárias ou degraus, situados entre áreas de relevos mais elevados e áreas topograficamente mais baixas (IBGE,

2009). Nessa unidade situa-se o Parque Municipal Pedra do Castelo (Figura 08), formação arenítica que aflora da Formação Cabeças e constitui grande riqueza arqueológica.

**FIGURA 8** - Parque Municipal Pedra do Castelo.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°12'06"S  
Long.: 41°41'14"O

Os Patamares Estruturais apresentam esparsas áreas com solo exposto ou coberto por vegetação tipo caatinga aberta/carnaubal em solos, possivelmente salinos, periodicamente inundáveis. Nessa unidade desenvolve-se extração de rochas

de forma autônoma em lajes (barreiros), segundo Albino (2005), gerando resíduos que são deixados a céu aberto resultando em degradação ambiental (Figura 09) e a pecuária bovina e caprina (Figura 10).

**FIGURA 9** - Rejeitos estéreis gerados a partir da extração de rochas areníticas, deixando o solo desprotegido devido ao desmatamento e causando degradação visual da paisagem.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°12'29"S  
Long.: 41°42'03"O

**FIGURA 10** - Pecuária caprina desenvolvida em solo desnudo.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°09'34"S  
Long.: 41°42'52"O

**GEOGRAFARES**

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES  
Janeiro-Junho, 2016  
ISSN 2175 -3709

Os dados do Landsat 5 (Figura 05) e os dados da Tabela 02 possibilitam afirmar que nos Patamares Estruturais as práticas agropecuárias apresentaram redução em 8,9%, de 1985 para 2009, permitindo a regeneração, respectivamente, da caatinga arbustiva e caatinga arbórea em 7,68% e 1,22%.

O Vale da Bacia do rio Poti pode ser compreendido, segundo Guerra e Cunha (1995), sob a ótica dos tipos de leito, de canal e de drenagem, pois cada uma dessas fisiografias possui dinâmica própria das águas correntes, que está diretamente ligada à geometria hidráulica específica, resultante dos processos de erosão, transporte e deposição dos sedimentos fluviais. As atividades antrópicas desenvolvidas

nessa unidade dizem respeito à pecuária (caprina e bovina) e à produção de lenha, que aliada às queimadas em área de transição de caatinga arbustiva/carnaubal deixam o solo desprotegido. Destaca-se a extração de rochas areníticas (quartzitos ornamentais) dos morros da Formação Cabeças (Figura 11), pela ECB Rochas Ornamentais, resultando no acúmulo contingencial de resíduos. Por outro lado, as imagens Landsat 5 e os dados expostos na Tabela 02 possibilitam afirmar que houve redução em 6,73% das atividades agropecuárias, o que resultou em recuperação da caatinga arbustiva em 13,56%.

**FIGURA 11** - Resíduos resultantes da extração de rochas areníticas.



**Fonte:** Santos (2015).

Lat.: 05°11'13"S  
Long.: 41°42'37"O

A Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí cobertura vegetal apresenta transição do tipo caatinga arbustiva para arbórea. Na referida unidade localiza-se a área urbana de Castelo do Piauí, ao passo que são desenvolvidas várias atividades antrópicas, tais como: o cultivo de uva e de feijão (Figura 12), a pecuária bovina, o cultivo temporário de

milho e de cana-de-açúcar (Figura 13). A redução das atividades agropecuárias em 16,37% na Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí possibilitou a regeneração da caatinga arbustiva e caatinga arbórea, respectivamente, em 15,12% e 1,25%.

**FIGURA 12** - Cultivo de uva consorciado com feijão, na Fazenda São Joaquim.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°20'42"S

Long.: 41°32'35"O

**FIGURA 13** - Prática agrícola (canavial), ao fundo carnaubal e caatinga arbustiva/arbórea.



Fonte: Santos (2015).

Lat.: 05°20'50"S

Long.: 41°31'06"O

Os Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí apresentam a presença de relevo ruiforme (Figura 14) e frágil com arenitos avermelhados da Formação Pimenteiras. Há nessa unidade uma extensa área destinada ao plantio de cajueiros para a produção de castanhas e

cajuínas, pela indústria Cajuflor (Figura 15). Como as demais unidades, os Rebordos Cuestiformes apresentaram redução das atividades agropecuárias em 12,43%. Entretanto, a caatinga arbórea também apresentou redução, da ordem de 3,95%, resultando no aumento em 16,38% da caatinga arbustiva.

**FIGURA 14** - Relevo ruiforme da Formação Pimenteiras.



**Fonte:** Santos (2015).

Lat.: 05°22'12"S  
Long.: 41°28'19"O

**FIGURA 15** - Prática agrícola (cultivo de caju).



**Fonte:** Santos (2015).

Lat.: 05°20'50"S  
Long.: 41°31'06"O

## Conclusões

A utilização do geoprocessamento tendo como aporte os Modelos Digitais de Elevação foi satisfatória para a delimitação das unidades de relevo nos municípios em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, pois foram mapeadas as seguintes unidades: Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí; Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti; Vale da Bacia do rio Poti; Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí e Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí.

Através das imagens via satélite Landsat 5 TM foi possível apontar que as unidades de relevo mapeadas apresentaram aumento nos valores das classes de maior proteção da cobertura vegetal, com aumento da caatinga arbustiva e da caatinga arbórea, além da redução das atividades agropecuárias. Essas últimas estão relacionadas, principalmente, à redução das áreas plantadas de algumas culturas temporárias e do efetivo caprino.

Nesse sentido, através do estudo foi possível mapear as diferentes coberturas vegetais e usos das terras nas unidades de relevo. Ressalte-se que devido os municípios estudados apresentarem-se como suscetíveis à desertificação, demandam integração de demais elementos geoambientais para mapeamento de unidades geoambientais e aprofundamento do conhecimento acerca da área estudada. Pois as atividades humanas identificadas na área, quando praticadas sem planejamento ou manejo adequado podem desencadear o processo de desertificação.

O estudo não esgota as possibilidades de pesquisas na área, pois embora tenha preenchido algumas lacunas, estudos posteriores devem ser desenvolvidos para integrar outras variáveis ambientais às socioeconômicas para aumentar o conhecimento sobre a dinâmica passada e atual de cobertura e uso das terras. Em suma, o estudo atual deve servir como fonte de informações para o planejamento físico territorial e ponto de partida para estudos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R.B.; GOMES, J.R.C. (Org.). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Castelo do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004a.

\_\_\_\_\_. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Juazeiro do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004b.

ALBINO, R.S. Florística e fitossociologia da vegetação de cerrado rupestre de baixa altitude e perfil socioeconômico da atividade mineradora em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Brasil. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí - UFPI. Teresina, 2005.

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.

AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B. Estudos sobre desertificação no Piauí. Sapiência. Teresina-PI, jan/fev/mar, nº 30, ano VIII, 2012.

AQUINO, C.M.S. Suscetibilidade Geoambiental das terras do Estado do Piauí à Desertificação. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação, Fortaleza, 2002.

AQUINO, C.M.S.; VALLADARES, G.S. Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental. Geografia (Londrina), v. 22, n.1, p. 117-138, jan/abr, 2013.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Cadernos de Ciências da Terra, v. 13, p. 1-27, IG-USP, 1972.

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.

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. 124p.

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

FLORENZANO, T.G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. Revista do Departamento de Geografia, vol. 17, p.24-29. 2005.

\_\_\_\_\_. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008, p.36-71.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand, 1995.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_. Malha municipal digital do Brasil: situação em 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/)>. Acesso

em 27 de agosto de 2015.

\_\_\_\_\_. Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.182 p.

JACOMINE, P. K. T. Mapa exploratório-reconhecimento de solos do estado do Piauí. Convênio EMBRAPA/SNLCS-SUDENE-DRN. 1983.

MIRANDA, E.E. (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em janeiro de 2014.

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

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

PIAUI. 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.

ROBAINA, L.E.S; TRENTIN, R.; NARDIN, D.; CRISTO, S.S.V. Método e Técnicas na Análise e Zoneamento Ambiental. Geografias. Belo Horizonte, n. 05, ano 2, p.36-49, janeiro-junho de 2009.

SÁ, I.B.; CUNHA, T.J.F.; TEIXEIRA, A.H.C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M.A. Desertificação no Semiárido brasileiro. In: 2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, Fortaleza - Ceará, Brasil. 2010.

SANTOS, F.A. Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) / Universidade Federal do Piauí. 2015. 187p.

SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. – 4. Ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

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

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Earth Explorer - Collection - Landsat Archive. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em janeiro de 2015.