

**CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DE CASTELO DO PIAUÍ E JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORDESTE, BRASIL<sup>1</sup>****GEOENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF THE CASTELO DO PIAUÍ AND JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORTHEAST, BRAZIL**Francílio de Amorim dos SANTOS<sup>2</sup>  
Cláudia Maria Sabóia de AQUINO<sup>3</sup>

**Resumo:** O estudo propôs gerar uma base de dados sobre as características geoambientais dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, através de cartografia temática para realizar um mapeamento geoambiental. Os referidos municípios localizam-se no Território de Desenvolvimento dos Carnaubais e alicerçam-se sobre as Formações Longá, Cabeças, Pimenteiras, Grupo Serra Grande e os Depósitos Colúvio-Eluviais que ocupam, respectivamente, 0,3%, 71,7%, 17,2%, 0,8% e 10% da área em estudo. A sua maior parte possui altitudes entre 180 a 300 m, que corresponde a 70,4% da área, cujo relevo é classificado como plano a suave ondulado, correspondendo a 82,6%. Foram identificadas 6 ordens de solos: Neossolos Quartzarênicos, Luvisolos Crômicos, Latossolos, Plintossolos, Argissolos e Neossolos Litólicos. Esses solos são recobertos por: 4% de cerrado, campo cerrado representa 7%, complexo Campo Maior é predominante e abrange 82,7% e caatinga que corresponde a 6,3% da área e apresenta-se sob a forma arbustiva. O rio Poti é o principal rio que drena Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. O território dos municípios apresenta 64,7% do clima classificado como do tipo subúmido seco, 28,6% corresponde ao clima do tipo subúmido úmido e 6,7% corresponde ao tipo semiárido. Dessa forma, pode-se afirmar que a área dos municípios estudados apresentam potencialidades e fragilidade naturais, que devem ser observadas para desenvolvimento adequado das atividades humanas e mínimo risco de degradação ambiental na área.

**Palavras-chave:** Áreas Suscetíveis à Desertificação, componentes ambientais, geoprocessamento.

**Abstract:** The study aimed to generate a database on geoenvironmental characteristics of the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí through thematic mapping to perform a geoenvironmental mapping. Those municipalities are located in the Territory Development of Carnaubais and are founded on the formations Longá, Cabeças, Pimenteiras, Serra Grande Group and colluvium deposits Eluvial - occupying, respectively, 0.3 %, 71.7 %, 17.2%, 0.8% and 10% of the study area. Most of the area has altitudes between 180 and 300 m, corresponding to 70.4 % of the area whose relief is reported as plan undulated, corresponding to 82.6% of the area. Six soil classifications orders were identified: Quartz Neosols, Chromic Luvisols, Latosols, Plinthosols, Argisols and Litholic Neosols. These soils are covered by 4% which corresponds to the Savanna, Campo Cerrado is 7%, Campo Maior is predominant complex and covers 82.7% and Caatinga which corresponds to 6.3% of the area and is presented under the shrubby form. The Poti River is the main river that drains Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí. The territory of the cities is 64.7% climate classified as type Dry sub-humid areas, 28.6% corresponds to type climate Humid and sub-humid areas 6.7% corresponds to the type semiarid. Thus, it can be said that the area of both cities have the potential and natural frailty, which must be observed for the proper development of human activities and minimal risk of environment degradation in the area.

**Keywords:** Areas Susceptible to Desertification, components environmental, geoprocessing.

<sup>1</sup>O presente trabalho constitui parte da dissertação de Mestrado defendida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Piauí - UFPI, sob a orientação da Profa. Dra. Cláudia Maria Sabóia de Aquino.

<sup>2</sup>Professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI) / Campus Piri-piri. Mestre em Geografia. E-mail: [francilio.amorim@ifpi.edu.br](mailto:francilio.amorim@ifpi.edu.br).

<sup>3</sup>Professora do Departamento de História e Geografia da Universidade Federal do Piauí (UFPI) / Campus Ministro Petrônio Portela. Doutora em Geografia. E-mail: [cmsaboia@gmail.com](mailto:cmsaboia@gmail.com).

## Introdução

No intuito de suprir suas necessidades, o homem busca apropriar-se do espaço transformando-o e dele retirando a matéria-prima necessária para a sua sobrevivência e para a reprodução do capital. Nessa ótica, é de suma importância constituir um banco de dados sobre as características geoambientais, para minimizar a degradação aos recursos naturais.

Nesse contexto, o presente estudo considerou importante o conhecimento do substrato geológico, as condições climáticas, a geomorfologia, a rede de drenagem, as características pedológicas, a cobertura vegetal. Logo, compartimentar a paisagem para análise da dinâmica e magnitude dos fenômenos desencadeados por ações naturais e/ou humanas, permite visualizar os riscos potenciais de cada área e possibilita realizar um planejamento ambiental.

Sobre a importância do conhecimento da dinâmica dos elementos ambientais para subsidiar o planejamento ambiental, podem-se destacar os estudos de Brito (2005), Freitas Filho e Souza (2005), Amorim e Oliveira (2008), Robaina et al. (2009), Aquino (2010), Oliveira (2011), Silva et al. (2012). Os referidos estudos apontam metodologias alicerçadas em geotecnologias atuais e critérios bem definidos, como forma de subsidiar o planejamento ambiental através da compartimentação e conhecimentos dos elementos da paisagem.

O objetivo do estudo consiste em gerar uma base de dados sobre as características geoambientais dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. Para operacionalizar o estudo foi utilizada cartografia temática como forma de fazer um mapeamento geoambiental, através de pesquisa bibliográfica e cartográfica realizada junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Ministério de Minas e Energia (MME), empregando-se metodologia quantitativo-qualitativa para quantificação, análise e interpretação dos dados.

## Materiais e métodos

Para conhecer a área em estudo, extraíram-se informações da Folha SB.23 de Teresina do Projeto RADAM (BRASIL, 1973), com descrição da geomorfologia e tipos de vegetação. Foi utilizado o Mapa de Geologia do Piauí e cadastro das fontes de abastecimento por água subterrânea dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí da CPRM, Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do Piauí (JACOMINE, 1983), arquivos raster SRTM (EMBRAPA, 2005) e Mapa Estadual de Geodiversidade do Piauí (CPRM, 2006).

O Índice Efetivo de Umidade (IM) foi utilizado para conhecer os tipos climáticos presentes em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, segundo dados de precipitações das séries anuais obtidas na SUDENE (1990) e empregados em metodologia de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955), cujas falhas nas referidas séries (1963 a 1985) foram corrigidas através do Método de Ponderação Regional apresentado por Tucci (1993). O Quadro 1 apresenta os treze postos pluviométricos situados no interior e no entorno dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí para análise climática da série histórica de 23 anos, através da Equação 1.

$$IM = [(EXC - DEF) \times 100] / EP \quad (1)$$

Onde:

**EXC** = é o Excedente Hídrico Anual;

**DEF** = é o Déficit Hídrico Anual;

**EP** = é a Evapotranspiração Potencial Anual.

Para classificação climática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, no que concerne à umidade, foi considerado o IM, segundo (THORNTHWAITE e MATHER, 1955), como é representado na Tabela 1.

Quadro 1 - Estações Meteorológicas usadas para elaborar o Balanço Hídrico

Município	Nome do Posto	Lat.	Long.	Alt. (m)
Alto Longá	Alto Longá	05°16'	42°13'	150
Castelo do Piauí	Castelo do Piauí	05°20'	41°34'	250
Castelo do Piauí	Santana	05°20'	41°05'	730
Pedro II	Pedro II	04°25'	41°28'	580
Pedro II	Madeira Cortada	04°29'	41°10'	600
Pedro II	Retiro	04°40'	41°28'	530
Pimenteiras	Oitis	06°22'	41°37'	270
São João da Serra	São João da Serra	05°30'	41°55'	120
São Miguel do Tapuio	Alivio	05°27'	41°06'	730
São Miguel do Tapuio	Assunção	05°52'	41°03'	480
São Miguel do Tapuio	Dico Leopoldino	05°51'	42°23'	290
São Miguel do Tapuio	São Miguel do Tapuio	05°30'	41°20'	440
São Miguel do Tapuio	São Vicente	05°43'	41°42'	220

Fonte: SUDENE (1990).

Tabela 1 - Classificação dos Climas, segundo o Índice de Umidade Efetiva, de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí

Tipos climáticos		Índice de Umidade Efetiva (IM)
Úmidos	Superúmido	> 100
	Úmidos	20 a 100
	Subúmido úmido	0 a 20
Secos	Subúmido seco	0 a -33,3
	Semiárido	-33,3 a -66,6
	Árido	< -66,6

Fonte: Thornthwaite e Mather (1955).

Os mapas foram produzidos através do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS versão 10.1, da empresa ESRI. O *software* tem como função executar tarefas baseadas em mapas incluindo cartografia, permitindo sua análise e edição. De acordo com Aquino e Valladares (2013) o referido SIG possui uma interface gráfica de fácil utilização, possibilitando carregar dados espaciais e tabulares, além de visualizá-los sob a forma de mapas, tabelas e gráficos. Os mapas resultantes estão em sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS 1984. Para a elaboração dos mapas utilizou-se arquivos vetoriais da CPRM, raster SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) SB-24-V-A e SB-24-V-C da EMBRAPA (geotiff, 16 bits), resolução espacial de 90 m e a Folha SB. 23-Teresina do Projeto RADAM (BRASIL, 1973).

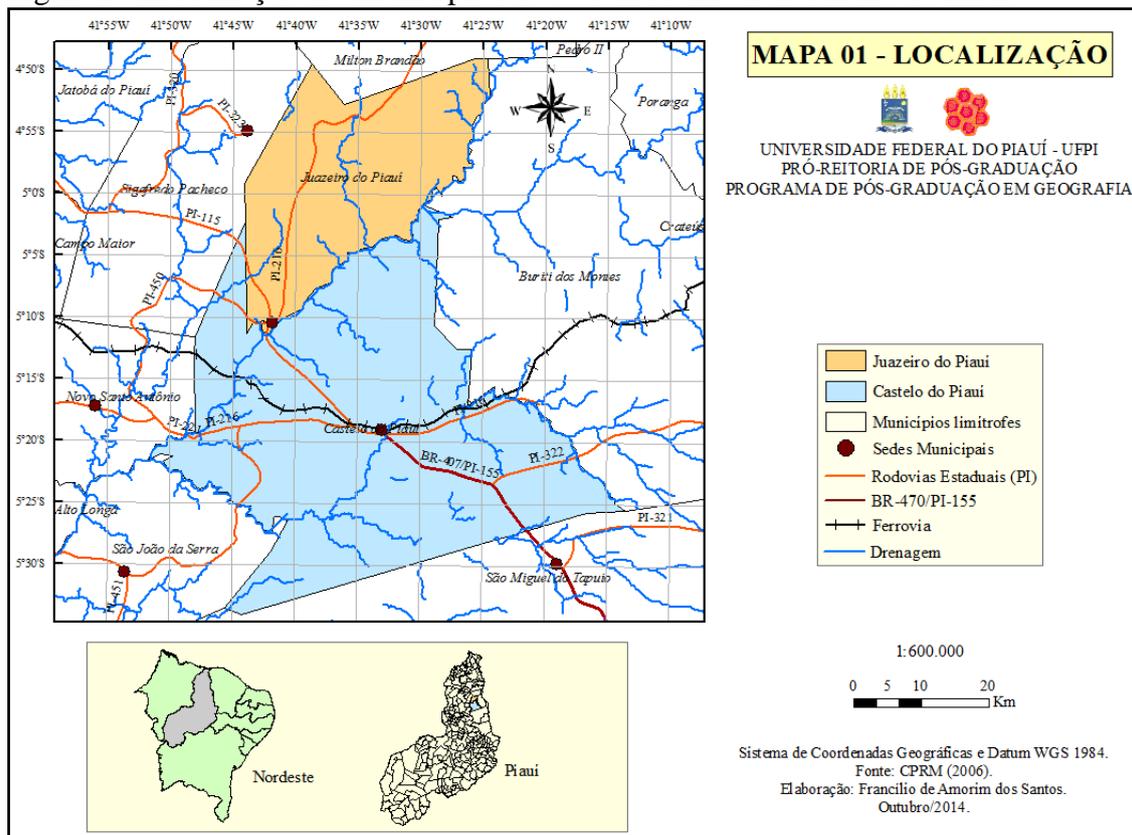
### Localização da área em estudo

A pesquisa foi desenvolvida nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, localizados na Mesorregião Centro-Norte Piauiense, Microrregião de Campo Maior e, segundo PIAUÍ (2006), Território de Desenvolvimento dos Carnaubais e 6º Aglomerado de Municípios (AGM), cujas sedes municipais localizam-se respectivamente a 158 km e 184 km

de Teresina. Os citados municípios possuem importantes fontes historiográficas, registros fósseis, vegetação de transição caatinga/cerrado/mata de cocais e rochas areníticas.

Segundo Aguiar e Gomes (2004a; 2004b), Castelo do Piauí possui uma área de 2.237,08 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. Juazeiro do Piauí possui área de 838,49 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 situa-se nas Coordenadas Geográficas de 05°10'19"S e 41°42'10"O (Figura 1).

Figura 1 - Localização dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: CPRM (2006).

### Fundamentação teórica

A caracterização da estrutura geológica permite conhecer a fragilidade das rochas às intempéries naturais, pois na análise e definição da morfodinâmica da paisagem, a geologia compreende as informações relacionadas à história da evolução geológica do ambiente, bem como o grau de coesão das rochas, ao passo que em rochas pouco coesas ocorre morfogênese, por outro lado, em rochas bastante coesas predomina a pedogênese (VALERIANO, 2008). Algumas formações geológicas serão caracterizadas a seguir:

- **Grupo Serra Grande**

Esta unidade data da Era Paleozóica e Período Siluriano. É composta por arenitos grosseiros com leitos de conglomerado oligomítico e intercalações de siltitos e folhelhos; possui sedimentação que se inicia com arenitos brancos, grosseiros, conglomeráticos, contendo leitos de até 20 metros de conglomerado oligomítico grosseiro, com seixos de

quartzo de até 20 cm de diâmetro, cujo tamanho diminui da base para o topo, a estes seguem arenitos grosseiros cuja estratificação é cruzada diagonal; em algumas regiões surgem intercalações de siltitos e folhelhos arroxeados, no topo da formação. Esta formação surge, geralmente, em ambiente fluvial entrelaçado e marinho raso (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

- **Formação Pimenteiras**

Unidade geológica que data da Era Paleozóica e Período Devoniano Inferior. Seu nome deriva do amontoado de folhelhos vermelhos no município de Pimenteiras, Piauí. Sua sedimentação inicia com cores variadas, havendo predomínio do vermelho e cinza escuro, além de micáceos, contendo nódulos e leitos de oolitospiritosos, citem-se ainda as intercalações de arenitos e siltitos de cores branca a cinza-claro, finos, ocorrendo principalmente no topo da formação. É uma formação que apresenta vulnerabilidade à erosão, visto que tem litologia frágil, sendo protegida, em parte, pela Formação Cabeças. Apresenta ainda fraca inclinação para oeste (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

- **Formação Cabeças**

Essa formação geológica data do Paleozóico e Período Devoniano Médio, cujo nome origina-se da sequência de arenitos encontrados nas intermediações do povoado Cabeças, município de Dom Expedito Lopes, Piauí. Seus arenitos possuem cores claras, brancos, cinza-amarelados chegando a vermelho; médios a grosseiros, conglomerático e muito pouco argiloso; possui aspecto maciço devido à sua estratificação espessa, comumente cruzada bem desenvolvida. Em alguns locais aparecem intercalações de siltitos e arenitos finos, laminados de cores claras. Esta formação geralmente surge em ambiente fluvial, estuário e marinho raso (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

- **Formação Longá**

É uma formação geológica que data do Paleozóico e Período Devoniano Superior. Sua denominação deriva do fato de primeiro ter sido descrita numa seção do rio Longá. É composta por folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, em geral carbonosos, apresentando intercalações de arenitos finos com cores branco-amareladas, laminados. Essa formação apresenta inflexões para sudoeste, não está bem exposta como as demais, mas aparece em ambiente marinho raso (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

- **Depósitos Colúvio-Eluviais**

Esses depósitos são constituídos por sedimentos que datam da era Cenozóica e do Período Quaternário, cuja formação é recente e são constituídos por cascalhos, sedimentos areno-argilosos não consolidados e conglomeráticos, carregados pelos rios, originando lagoas temporárias, ocorrendo em estreitas faixas do rio Parnaíba (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

Conhecer a gênese, a evolução da morfologia terrestre e seus elementos são sumamente importantes para compreender a dinâmica ambiental, pois a geomorfogênese é responsável pela constante modificação nas paisagens (PINHEIRO, 2011). Para Florenzano (2008), a análise do relevo é importante devido à possibilidade de definir a vulnerabilidade do meio ambiente, propiciando a criação de legislação para a sua ocupação e proteção.

A hipsometria refere-se à altimétrica do relevo e ao aprofundamento da dissecação, utiliza-se cores mais claras para representar baixas altitudes e as mais fortes, as altitudes mais elevadas (CREPANI et al., 2001; GUERRA e GUERRA, 2011).

Para Tricart (1977), a cobertura vegetal influi diretamente na diminuição da erosão pela interceptação das precipitações e pelo favorecimento do surgimento de detritos vegetais à superfície do solo, ambos desempenhando papel amortecedor ou absorvedor de energia, diminuindo a velocidade do vento e aumentando a turbulência da passagem do ar. Em espaços sem vegetação o vento pode remover partículas minerais, gerando tempestades de pó e formando dunas, impondo severas limitações ao crescimento da vegetação.

A vegetação tem papel primordial na proteção dos solos, pois retarda a velocidade das gotas de água provenientes das precipitações pluviais nas correntes de drenagem e aumenta a capacidade de infiltração, diminuindo o escoamento superficial. Logo resulta na diminuição da capacidade erosiva ao transformar energia potencial em cinética (VALERIANO, 2008). Juazeiro do Piauí e parte de Castelo do Piauí situam-se em área com prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade, segundo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) (BRASIL, 2007).

Existe perda de vegetação do cerrado rupestre à medida que as extrações minerais avançam de uma área a outra. Para Landim et al. (2011) regiões de clima subúmido ou semiárido, a exemplo da área em estudo, apresentam escassez de água e distribuição irregular das chuvas, resultando em déficit hídrico, pois a evapotranspiração é, geralmente, superior à transpiração o que resulta diretamente na diminuição da vegetação.

Albino (2005) ao desenvolver estudo sobre a florística e fitossociologia da vegetação de cerrado rupestre de baixa altitude, através da amostra de 10 unidades de 20x50 m e método de parcelas sistemáticas, apontou que a família *Vochysiaceae* é a mais representativa em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, com 13,63%. Costa (2005) em estudo fitossociológico e socioambiental na área de cerrado com potencial melitófilo em Castelo do Piauí. Utilizando o método de quadrantes, coletou 100 pontos amostrais em intervalos de 10m, encontrou 49 famílias botânicas, 117 gêneros e 173 espécies de plantas e 56 espécies de abelhas.

A diversidade e composição de rochas existente associada aos mecanismos naturais de intemperismo originam diversos tipos de solo caracterizados a seguir:

- **Argissolos**

São solos com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico, cuja principal característica é o aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B. A profundidade dos solos varia de pouco profundo a profundo. São solos formados por material mineral e forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013).

- **Chernossolos**

Apresentam espessura pequena e mediana, caracterizando-se pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico, com consideráveis teores de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade, com horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade (IBGE, 2007). São solos compostos por material mineral, com características diferenciais de alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente ao horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta, sobre horizonte C carbonático ou horizonte cálcico ou sobre a rocha (EMBRAPA, 2013).

- **Latossolos**

Abrangem solos formados por material mineral, cujo horizonte B latossólico encontra-se imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico (EMBRAPA, 2013). Esses tipos de solos, em geral, são muito intemperizados, profundos, de boa drenagem e grande homogeneidade de características ao longo do perfil (IBGE, 2007).

- **Luvisolos Crômicos**

Anteriormente denominados como Bruno Não-Cálcico, compreendem solos minerais não hidromórficos, que possuem horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta (EMBRAPA, 2013). Esses solos possuem profundidade mediana, cores vermelhas a acinzentadas e, geralmente, apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, apresentando-se como moderadamente ácido a ligeiramente alcalino (IBGE, 2007).

- **Neossolos Litólicos**

Abrangem solos formados por material mineral ou orgânico pouco espesso, não apresentando alterações significativas relacionadas ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos ou devido às características inerentes ao próprio material de origem, como forma de resistência ao intemperismo ou composição química, ou outros fatores de formação, que podem resultar no impedimento ou limitação da evolução dos solos (EMBRAPA, 2013). Esses solos constituem-se de material mineral ou material orgânico pouco espesso, geralmente com menos de 30 cm de espessura, não apresentando horizonte B diagnóstico (IBGE, 2007).

- **Neossolos Quartzarênicos**

Não possuem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, entretanto apresentam textura areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm são essencialmente quartzosos, possuem frações areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala (EMBRAPA, 2013).

- **Planossolos**

Constituem solos minerais malou imperfeitamente drenados, cujo horizonte superficial ou subsuperficial é eluvial, de textura mais leve que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente. Ao mesmo tempo apresentam ocorrência de mudança textural abrupta entre o horizonte ou horizontes superficiais (A e/ou E) e o subsuperficial (plânico). São imperfeitamente ou mal drenados cuja fertilidade natural é variável (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013).

- **Plintossolos**

São solos minerais, constituídos em condições de restrição à percolação da água, suscetíveis ao efeito temporário de excesso de umidade, geralmente, imperfeitamente ou mal drenados e caracterizam-se por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas) estão fortemente ácidos. Em geral, esses tipos de solos ocorrem em terrenos de várzeas, com relevo plano ou suavemente ondulado e, menos frequentemente, ondulado (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013).

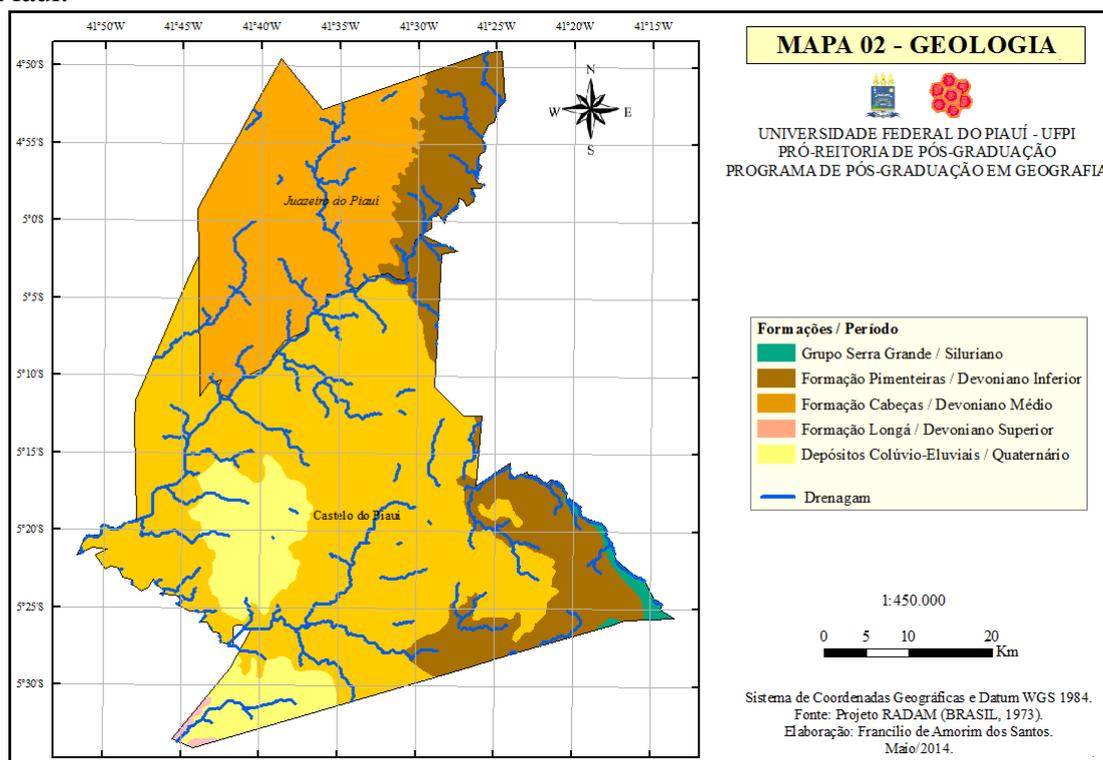
Segundo Thornthwaite&Mather (1955), por meio da análise do Índice Efetivo de Umidade (IM) é utilizado para mensurar o quanto úmido ou seco é o clima de uma determinada área, tomando como base a combinação dos valores de Evapotranspiração Potencial, do Excedente Hídrico e Déficit Hídrico do Balanço Hídrico.

A falta de informações acerca do meio físico aliado à prática de atividades sem o manejo adequado e/ou com deficiências de técnicas conservacionistas e sem considerar a capacidade de saturação dos solos, podem gerar desequilíbrios ao sistema ambiental como um todo. Entretanto, a erosão dos solos é um processo que ocorre em toda a superfície terrestre sendo responsável pela esculturação do modelado. Ressalte-se que este processo pode ser acelerado pelo uso e ocupação das terras pela população humana (CARVALHO et al., 2010).

## **Características geoambientais de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí**

Os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí estão alicerçados sobre um ambiente com predomínio de formações geológicas (Figura 2) que datam da Era Paleozóica, a saber: Formações Longá, Cabeças, Pimenteiras e o Grupo Serra Grande. Apresenta ainda parte de sua estrutura geológica datada da Era Cenozóica, os Depósitos Colúvio-Eluviais (Quadro 1).

Figura 2 - Esboço das Formações Geológicas dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: BRASIL (1973).

Quadro 1 - Unidades geológicas de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí, com respectivas áreas e porcentagens.

Era	Período	Formações	Litologia	Área (km <sup>2</sup> )	%
Cenozóica	Quaternário	Depósitos Colúvio-Eluviais	Sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos.	307,6	10
		Longá	Folhelhos e siltitos.	9,2	0,3
Paleozóica	Devoniano	Cabeças	Arenitos e siltito, ambientes fluviais.	2.205,2	71,7
		Pimenteiras	Arenitos, siltitos e folhelhos.	529	17,2
	Siluriano	Grupo Serra Grande	Conglomerados, arenitos e intercalações de siltitos e folhelhos.	24,6	0,8

Fonte: CPRM (2006).

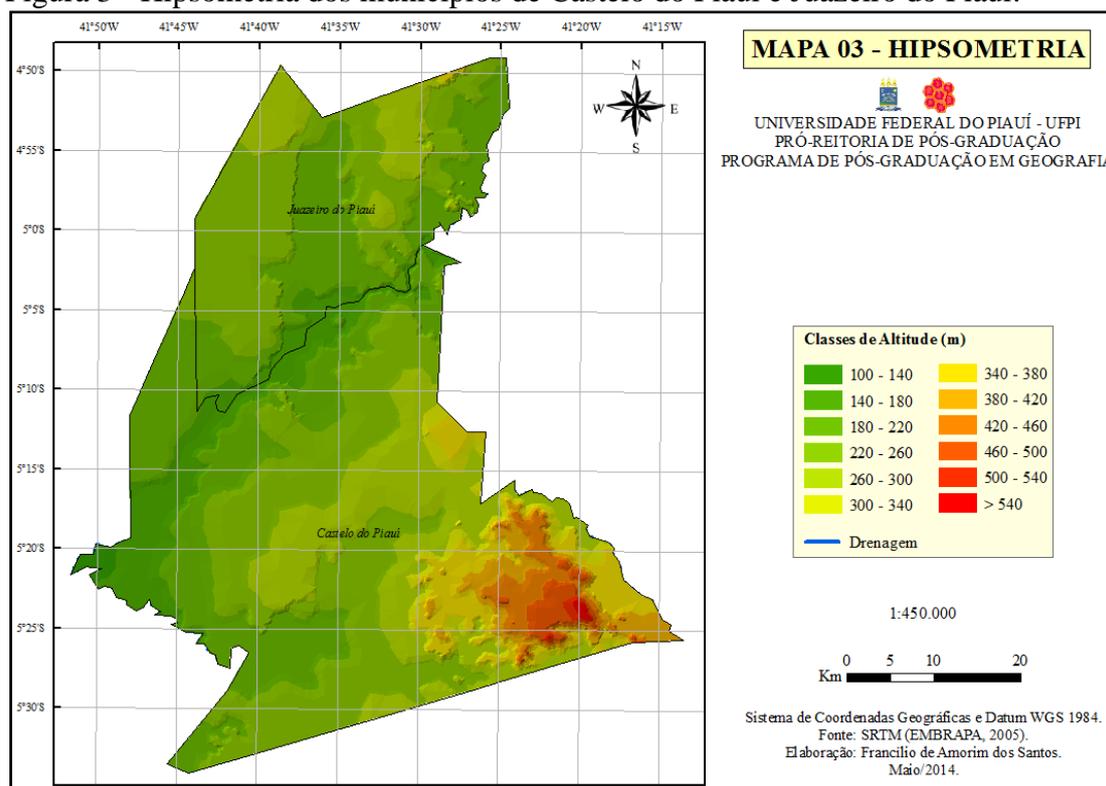
A maior parte do relevo dos citados municípios tem superfícies tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação, com chapadas areníticas, cuestiformes ou não, limitadas por rebordos localmente dissimulados por pedimentos, com declividade plana e partes suavemente onduladas, com altitudes entre 150 a 300 m; superfícies onduladas, de relevo movimentado, constituído de encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas acentuadas de vales e elevações, altitudes entre 150 a 500 m, originando serras, morros e colinas; superfícies tabulares cimeiras, com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 m e grandes mesas recortadas (BRASIL, 1973; AGUIAR e GOMES, 2004a; 2006b).

Há ainda superfícies estruturais pediplanadas, com extensas superfícies elaboradas em rochas sedimentares, com amplos vales interplanálticos pedimentados e em algumas áreas

apresenta-se muito dissecadas por retomada de erosão recente. Na parte norte, apresenta uma pequena área com superfícies dissecadas em ravinas, que resulta do processo de entalhamento por drenagem incipiente (BRASIL, 1973; AGUIAR e GOMES, 2004a; 2006b).

O relevo castelense e juazeirense apresenta altitudes variáveis (Figura 3). Pela Tabela 2 pode-se observar que a maior parte da área em estudo tem altitudes que se situam entre 180 a 300 m, correspondendo a 70,4% da área. As citadas altitudes são representadas principalmente pelas planícies fluviais, a exemplo do Poti. Os menores valores foram encontrados para as altitudes que variam de 420 a 580 m, que correspondem a 3,8% da área em estudo e dizem respeito à Serra Grande e Formações Pimenteiras e Cabeças.

Figura 3 - Hipsometria dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: EMBRAPA (2005).

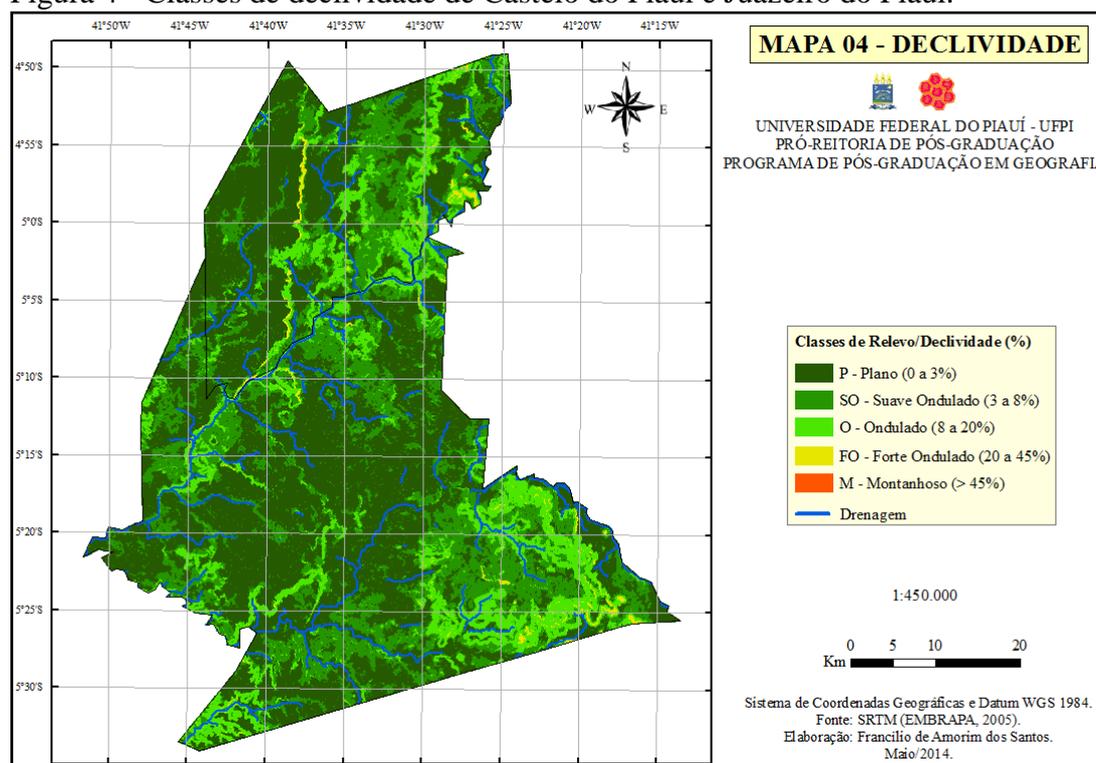
Tabela 2 - Distribuição das classes, áreas e porcentagens de altitude, dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Classes de Altitude (m)	Área	%
100 a 140	70,7	2,3
140 a 180	295,3	9,6
180 a 220	648,9	21,1
220 a 260	901,2	29,3
260 a 300	615,1	20
300 a 340	233,7	7,6
340 a 380	116,9	3,8
380 a 420	76,9	2,5
420 a 460	61,5	2
460 a 500	30,8	1
500 a 540	18,5	0,6
540 a 580	6,1	0,2
<b>Total</b>	<b>3.075,6</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

O relevo não apresenta grandes declividades (Figura 4). Através da Tabela 3 pode-se inferir que 47,3% da área possui declividades classificada como Plana, com declives entre 0 a 3%; a segunda classe mais representativa diz respeito à Suave Ondulado, com declives entre 3 a 8%, correspondendo a 35,3% da área em estudo; com 14,5%, a terceira, mais expressiva é a Ondulado, com declives entre 8 a 20%. Os somatórios das classes Forte Ondulado e Montanhoso apresentam, respectivamente, declives entre 20 a 45% e maiores que 45%, correspondendo a 2,9% da área dos dois municípios.

Figura 4 - Classes de declividade de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: EMBRAPA (2005).

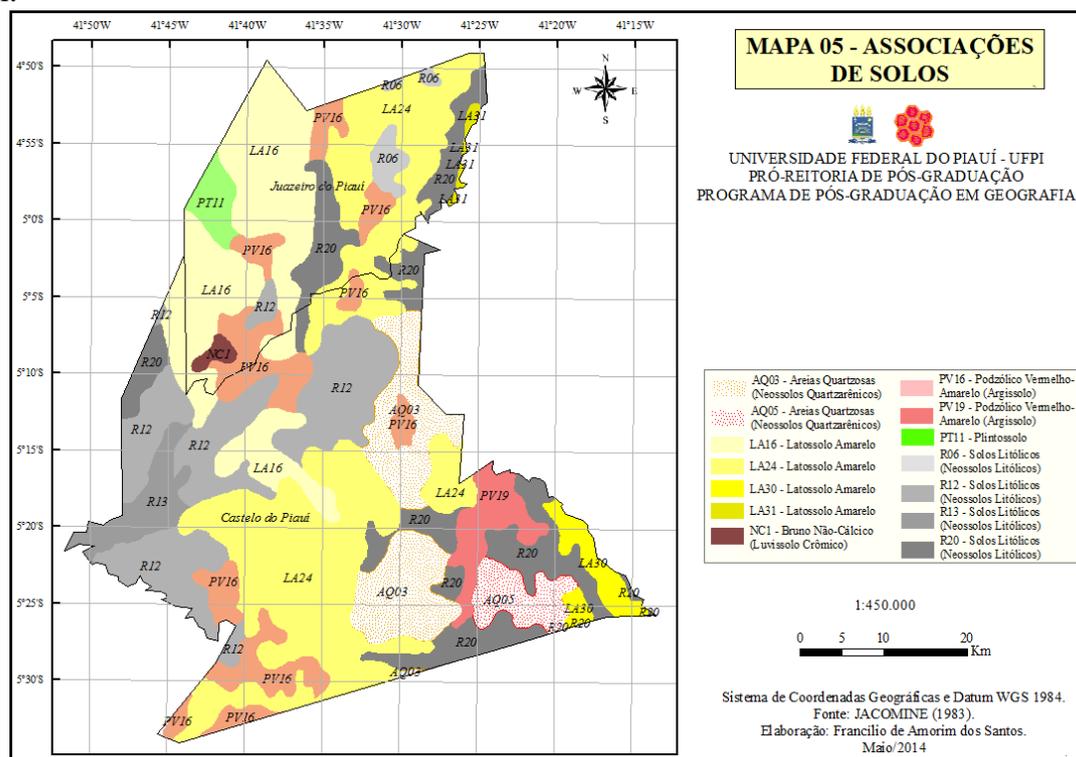
Tabela 3 - Intervalos de Declividade com respectivas denominações das classes, áreas e porcentagens correspondentes a cada peso, dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Intervalos (%)	Classe atribuída	Peso	Área	%
0 a 3	Plano	1	1.454,7	47,3
3 a 8	Suave Ondulado	2	1.085,7	35,3
8 a 20	Ondulado	3	446	14,5
20 a 45	Forte Ondulado	4	83	2,7
45 a 75	Montanhoso	5	6,2	0,2
<b>Total</b>	-	-	<b>3.075,6</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

A diversidade de rochas existente associada aos mecanismos naturais de intemperismo, originam diversos tipos de solos. Jacomine (1983) identificou, para os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, 14 associações de solos (Figura 5), que podem ser agrupadas em 6 ordens, segundo EMBRAPA (2013) (Tabela 4), a saber: Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos), Bruno Não-Cálcico (Luvisolos Crômicos), Latossolos, Plintossolos, Podzólicos Vermelho-Amarelo (Argissolos) e Solos Litólicos (Neossolos Litólicos).

Figura 5 - Esboço das associações de solos dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: JACOMINE (1983).

Tabela 4 - Ocorrência das associações de solos e respectivas ordens, em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Ordens das associações de solos		Área (km <sup>2</sup> )	%
Jacomine (1983)	EMBRAPA (2013)		
Areias Quartzosas	Neossolos Quartzarênicos	353,7	11,5
Bruno Não-Cálcico	Luvissolos Crômicos	15,4	0,5
Latossolos	Latossolos	1.322,5	43
Plintossolos	Plintossolos	43	1,4
Podzólicos Vermelho-Amarelo	Argissolos	369,1	12
Solos Litólicos	Neossolos Litólicos	971,9	31,6
<b>Total</b>	-	<b>3.075,6</b>	<b>100</b>

Fonte: Jacomine (1983).

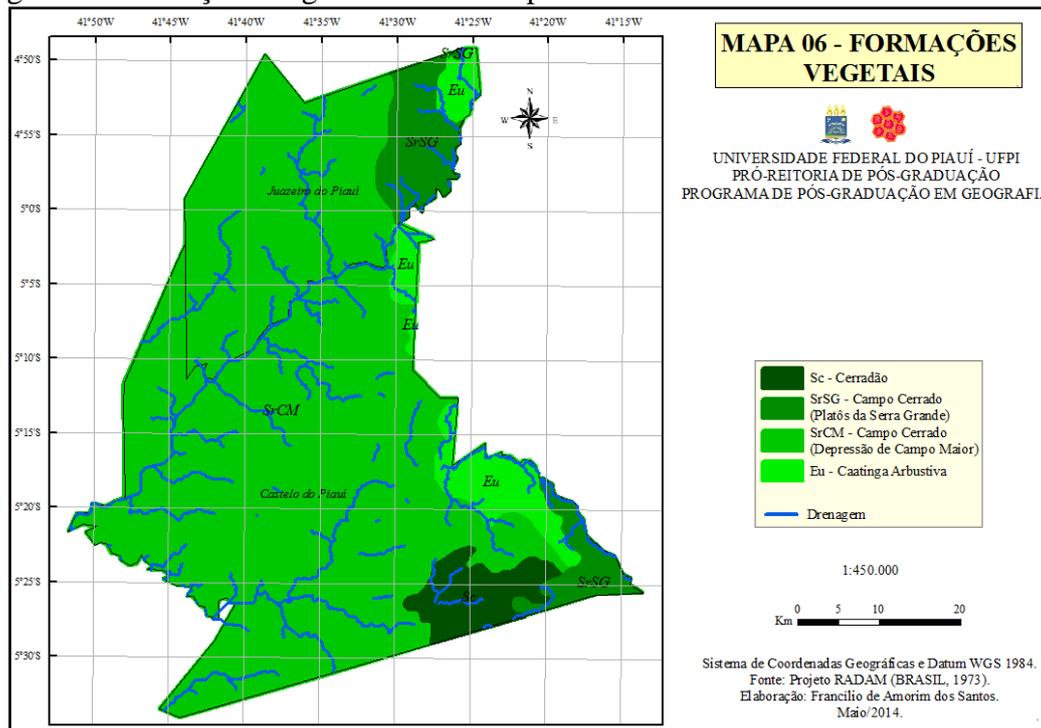
As associações de solos presentes nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí são cobertas pelas seguintes formações vegetais (Tabela 5), segundo Brasil (1973): Cerradão, Campo Cerrado, Carrasco e Caatinga Arbustiva (Figura 6).

Tabela 5 - Ocorrência das formações vegetais em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí

Formações Vegetais	Área (km <sup>2</sup> )	%
Cerradão	123	4
Campo Cerrado	215,3	7
Complexo Campo Maior (carrasco)	2.543,5	82,7
Caatinga	193,8	6,3
<b>Total</b>	<b>3.075,6</b>	<b>100</b>

Fonte: BRASIL (1973).

Figura 6 - Formações Vegetais dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí



Fonte: BRASIL (1973).

O Cerradão ocupa apenas 4% da área em estudo e caracteriza-se pela presença de árvores com pouco mais de 5 m, em geral, são densamente dispostas cujas copas não se tocam, sem nítido estrato arbustivo, com tapete graminoso ralo e intercalações de palmeiras anãs e plantas lenhosas rasteiras. O Campo Cerrado representa 7% em Castelo e Juazeiro e caracteriza-se por pequenas árvores esparsas, entre 2 a 5 m, esgalhadas e bastante tortuosas, dispersas sobre tapete graminoso contínuo de hemicriptófitas, com intercalações de plantas baixas e plantas lenhosas rasteiras.

A vegetação do complexo Campo Maior (carrasco) é a cobertura vegetal predominante na área de estudo, abrangendo 82,7% de toda a área. A referida vegetação apresenta características rupestres, possuindo baixa altitude e predomínio do tipo herbáceo-subarbustivo sobre o arbustivo-arbóreo, ocorrendo de forma esparsa, podendo permanecer alagado durante o período chuvoso (Costa, 2005). A classe Caatinga corresponde 6,3% da área em estudo e apresenta-se sob a forma arbustiva, com estrato arbustivo uniforme, com árvores espinhosas mais ou menos homogêneas.

Castelo do Piauí é drenado pelos rios Poti e Cais, riachos Sambaíba, São Francisco e São Miguel. O Poti tem extensão de 450 km, nascendo a 600 m de altitude na Serra da Joanhina e é formado pelos rios Fundo e Cipó. O Poti possui declividade média de 1m/km e apresenta um cânion de 300m de altura, que vai do povoado Oiticica até a foz do rio Cais, este é afluente da margem direita do Poti e nasce na Serra Grande, possuindo 100 km de extensão. Juazeiro do Piauí é drenado pelos rios Poti e Parafuso e riacho Vertente. O rio Parafuso é afluente da margem direita do Poti, nasce em Pedro II e tem 90 km de extensão (BAPTISTA, 1981; AGUIAR e GOMES, 2004a; 2004b).

Os rios da região possuem vazão específica entre 0,3 a 2,0 L/s.km<sup>2</sup>, menor que a média nacional que é de 21 L/s.km<sup>2</sup>, e Relação Demanda/Disponibilidade Média com excelente disponibilidade de água (BRASIL, 2007). Poucas são as pesquisas desenvolvidas com o objetivo de conhecer a riqueza hídrica, superficial e subterrânea, o que limita a utilização das potencialidades e a capacidade de suprir a necessidade da população e dos

rebanhos carente nessas áreas (AGUIAR e GOMES, 2004a; 2004b). Ressalte-se que “esta estiagem é a causa da morte da vegetação, da inexistência do solo e desertização do ambiente” (BAPTISTA, 1981, p.174).

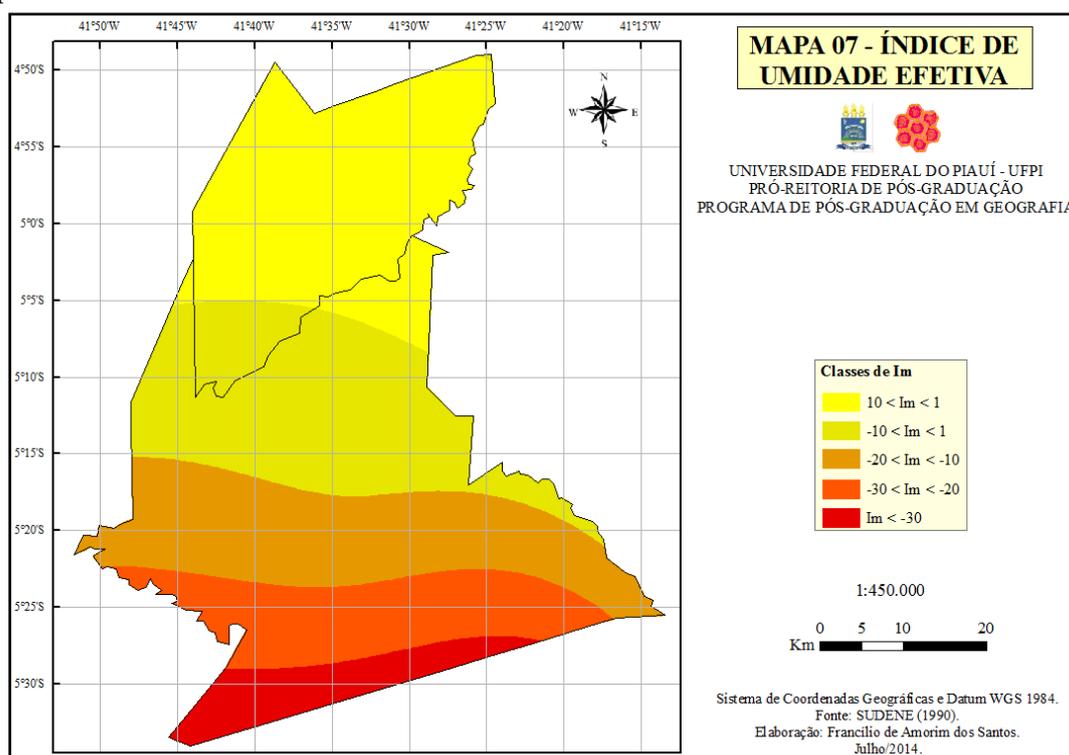
O Índice Efetivo de Umidade (IM) relacionou valores da ETP, Excedente e Déficit Hídrico. A Tabela 6 permite afirmar que 64,7% do território castelense e juazeirense apresenta clima do tipo Subúmido Seco, enquanto que 28,6% correspondem ao clima do tipo Subúmido Úmido e 6,7% correspondem ao clima tipo Semiárido (Figura7).

Tabela 6 - Intervalos do Índice Efetivo de Umidade (IM) com respectivos tipos climáticos correspondentes a cada intervalo, dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Intervalos do IU	Tipo de clima	Área (km <sup>2</sup> )	%
10 < IM < 1	Subúmido úmido	879,6	28,6
-10 < IM < 1	Subúmido seco	836,6	27,2
-20 < IM < -10	Subúmido seco	707,4	23
-30 < IM < -20	Subúmido seco	446	14,5
IM > -30	Semiárido	206	6,7
<b>Total</b>	-	<b>3.075,6</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

Figura 7 - Índice de Umidade Efetiva (IM) dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí



Fonte: SUDENE (1999).

## Conclusões

Através da identificação dos elementos geoambientais pode-se inferir que existem áreas com vulnerabilidade natural, advindas das próprias características geoambientais ou naturais. Portanto, a falta de planejamento ambiental pode resultar em processos erosivos que, por sua vez, agride a qualidade de vida da população atingida, que como forma de sobreviver busca explorar de forma mais intensa os recursos disponíveis no meio.

Destaque-se que a área em estudo possui setores com acentuada declividade, principalmente aquelas relacionadas às vertentes das Formações Pimenteirias e Serra Grande, localizadas na parte nordeste e sudeste dos municípios estudados. Ressalte-se que aproximadamente 46% dos solos encontrados constituem-se solos jovens (Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos e Plintossolos) que aliado aos 71,4% da área com presença de climas subúmido seco e semiárido asseveram a fragilidade ambiental.

Nesse contexto, quando integrados os dados supracitados a outros elementos, podem limitar as práticas agropecuárias e/ou outras atividades econômicas. Entretanto, os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí apresentam áreas com potencial produtivo, ou seja, relevo plano a suave ondulado em 82,6% de suas áreas, 43% de solos considerados maduros, a exemplo dos Latossolos, 28,6% com clima subúmido úmido. Além do exposto, devem-se destacar os afloramentos rochosos da Formação Cabeças que possibilitam o desenvolvimento de extração mineral e/ou desenvolvimento de atividades turísticas.

A busca por estudos mais aprofundados sobre as características geoambientais não se limitam ao presente trabalho, pois a integração das características naturais é sumamente relevante para a compreensão da dinâmica natural. Portanto, estudos posteriores devem alicerçar-se no enfoque sistêmico para identificar unidades geoambientais e conhecimento de suas potencialidades e limitações.

## Referências

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.

AMORIM, R.R.; OLIVEIRA, R.C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente - SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 20, ano 2, p.177-198, dezembro de 2008.

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

BAPTISTA, D.C.; GÓIS, G.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.F. Avaliação da suscetibilidade a desertificação em algumas localidades do estado de Alagoas através do Índice de Aridez. In: **Anais XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.** Guarapari, ES. 18 a 21 de julho de 2011.

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

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAM - Levantamento dos Recursos Naturais**, Vol. 02, Folha SB. 23 / 24 - Teresina / Jaguaribe; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1973.

BRITO, E.G. **Sistemas ambientais semi-áridos e as evidências de degradação/desertificação no município de Canindé** - Ceará - Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia). Fortaleza - CE, 2005.

CARVALHO, E.M.; PINTO, S.A.F.; SEPE, P.M.; ROSSETTI, L.A.F.G. Utilização do geoprocessamento para avaliação de riscos de erosão do solo em uma bacia hidrográfica: estudo de caso da bacia do rio Passa Cinco/SP. In: **Anais III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico e Diretrizes para o Setor Mineral do Estado do Piauí**. DNPM, 2008.

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

\_\_\_\_\_. **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 janeiro de 2014.

COSTA, J.M. **Estudo fitossociológico e sócio-ambiental de uma área de cerrado com potencial melitófilo no município de Castelo do Piauí, Piauí, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí - UFPI. Teresina, 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; PALEMEIRA, A.F.; SILVA, E.F. Zoneamento Ecológico-Econômico. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.285-318.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.12-30.

FREITAS FILHO, M.R.; SOUZA, M.J.N. Análise geoambiental com aplicação de geotecnologias nas nascentes do riacho dos Macacos: bacia do rio Acaraú-CE. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril, p. 2161-2168, INPE, 2005.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2007.

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

LANDIM, R.B.T.V.; SILVA, D.F.; ALMEIDA, H.R.R.C. Desertificação em Irauçuba (CE): Investigação de Possíveis Causas Climáticas e Antrópicas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 01, p.01-21. 2011.

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.

PINHEIRO, R.A.B. **Análise do processo de degradação/desertificação na bacia do Riacho Feiticeiro, com base no DFC, município de Jaguaribe-Ceará**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). Fortaleza - CE, 2011.

ROBAINA, L.E.S.; TRENTIN, R.; NARDI, 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.

SILVA, C.B.; ARAÚJO, M.S.B.; ARAÚJO FILHO, J.C.; SCHULZE, S.M.B.B. Delimitação de Geoambientes numa Bacia Hidrográfica na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física** 05, p.1259-1274. 2012.

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

TORRES, F.T.P. **Introdução à Climatologia**. – Ubá/MG: ed. Geographia consultoria, estudos e projetos ambientais ltda., 2008. (Série Textos Básicos Geografia).

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, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 952.p.

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

Artigo recebido em 08-12-2014  
Artigo aceito para publicação em 05-08-2015