



MAPEAMENTO DAS UNIDADES GEO-AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE CASTELO DO PIAUÍ: subsídio ao planejamento ambiental

Francílio de Amorim dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Universidade Federal do Piauí

Resumo

O conhecimento e integração dos elementos constituintes da dinâmica da paisagem são sumamente importantes para subsidiar o planejamento ambiental e minimizar os processos de degradação. O presente trabalho teve como objetivos: i) mapear as unidades geoambientais do município de Castelo do Piauí; ii) realizar caracterização física das mesmas com base em dados secundários e ainda iii) conhecer suas potencialidades e limitações. O emprego da abordagem integrada, considerando os aspectos topo-morfológicos foi empregado para mapear as seguintes unidades geoambientais: Vale da Bacia do rio Poti, Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti, Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí e os Rebordos Cuestiformes do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí. A metodologia em questão permitiu apontar potencialidades tais como: afloramentos da Formação Cabeças, para extração de rochas areníticas e através do Parque Municipal Pedra do Castelo desenvolvimento de atividades turísticas; os mais de 80% de relevo plano a suave ondulado associado a Latossolos Amarelos em aproximadamente 42% das unidades, possibilitam o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Entretanto, a presença de climas do tipo subúmido seco e semiárido, respectivamente, em 73,8% e 5,8% da área aliado aos 14,5% da área com 7 a 8 meses secos e presença de solos pouco desenvolvidos aliados à cobertura vegetal espaçada, acentuam a vulnerabilidade ambiental das unidades. Portanto, o conhecimento das potencialidades e limitações ecológicas das unidades ambientais do município de Castelo do Piauí é fundamental para fins de exploração racional dos recursos naturais, planejamento e uso sustentável dos mesmos no município.

Palavras-chave: Paisagem; abordagem integrada; modelo digital de elevação; geoprocessamento.

MAPPING OF GEO-ENVIRONMENTAL UNITS OF THE CASTELO DO PIAUÍ MUNICIPALITY: grant environmental planning

Abstract

The knowledge and integration of the components of landscape dynamics are extremely important to support environmental planning and minimize degradation processes. This study aimed to: i) map the geo-environmental units in the city of Piauí Castle; ii) determine the physical characteristics of the same, based on secondary data and also iii) know their strengths and limitations. The use of the integrated approach, considering the top-morphology was used to map the following geoenvironmental units: Valley of the river basin Poti, Patamares Structural river basin Poti, Surface Pedimentada Dissected in Morros/Hills and Forms Castelo do Piauí Tabular and Edges Cuestiformes interior of Sedimentary Basin of Maranhão/Piauí. The methodology in question allowed potential point such as outcrops Training heads, to extract sandstone rocks and through the Municipal Park Stone Castle development of tourist activities; over 80% of the gently rolling relief plan associated with Yellow Latosol in approximately 42% of the units, enable the development of agricultural activities. However, the presence of the sub-humid dry type and semi-arid climates, respectively, 73.8% and 5.8% of the area combined with the area 14.5%, 7 to 8 months and dried presence of undeveloped together with the cover soil vegetable spaced, highlight the environmental vulnerability of the units. Therefore, knowledge of the ecological potential and limitations of environmental units of the Castelo do Piauí municipality is essential for rational exploitation of natural resources planning and sustainable use of them in the city.

Keywords: Landscape; integrated approach; digital elevation model; GIS.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas terrestres apresentam uma intrincada e delicada rede de interação entre os elementos bióticos, abióticos e as intervenções antrópicas. O desenvolvimento das atividades humanas demanda um adequado planejamento ambiental territorial baseado no conhecimento das características geoambientais, que possibilite o mapeamento de unidades geoambientais, bem como a identificação partir das características físicas de suas potencialidades e limitações, afim de que se possa explorar de modo sustentável os recursos naturais das diferentes porções do globo.

Nesse contexto, destacam-se as áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, que possuem fragilidade natural e demandam estudos para conhecer os elementos componentes da paisagem. O presente estudo, por meio da abordagem integrada, objetivou: i) mapear as unidades geoambientais do município de Castelo do Piauí; ii) realizar caracterização física das mesmas com base em dados secundários com base em CPRM (2006a; 2006b); Jacomine (1983); EMBRAPA (2005) e ainda iii) conhecer suas potencialidades e limitações.

Conhecer os elementos que compõem a dinâmica da paisagem de forma integrada possibilita o mapeamento de unidades geoambientais, possibilitando a identificação de suas potencialidades e vulnerabilidades. Amorim e Oliveira (2008) apontam, ainda, a possibilidade de antecipar situações futuras de organização territorial por meio do conhecimento das unidades ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia

O mapeamento das unidades geoambientais em Castelo do Piauí partiu baseou-se na abordagem sistêmica, que para Ross (2009), demanda a compartimentação da paisagem para análise de sua dinâmica e magnitude dos fenômenos desencadeados por ações naturais e/ou humanas, permitindo visualizar os riscos potenciais de cada área e possibilitando realizar um planejamento ambiental com vistas a otimização dos recursos naturais.

Nesse contexto, o mapeamento das unidades do referido município tomou como parâmetro o Modelo Digital de Elevação (MDE), que corresponde à tentativa de representação computacional da superfície terrestre. Medeiros et al. (2008, apud Aquino, 2010) concluíram que o MDE obtido através da missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) apresentou melhores resultados altimétricos, quando comparados aos obtidos através de curvas de nível do Mapeamento Sistemático Nacional na escala de 1:100.000. Esse fato aliado à facilidade de aquisição, posto os MDE's serem distribuídos gratuitamente na internet através do site <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>> da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), justificou o emprego da técnica para elaboração do mapa de declividade.

Freitas Filho e Souza (2005) afirmam ser o critério geomorfológico o mais utilizado para mapear unidades geoambientais. Os referidos autores utilizaram o grau de dissecação do relevo para delinear os Sistemas Ambientais e estudar as nascentes da sub-bacia hidrográfica do riacho dos Macacos (CE). Robaina et al. (2009) utilizaram como base para delimitação das Unidades Geoambientais o mapa geomorfológico, em estudo realizado na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu (RS). Oliveira (2011), por sua vez, deu ênfase à geomorfologia ao estudar a desertificação em unidades geoambientais, em Cabo Verde, na África.

Desse modo, baseado no MDE e no critério topo-morfológico, as variáveis ambientais foram integradas tendo como resultado o mapa das unidades geoambientais do referido município. A caracterização da área de estudo baseou-se em informações do Mapa de Geologia do Piauí e cadastro das fontes de abastecimento por água subterrânea dos municípios de Juazeiro do Piauí da CPRM (2006a); Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do Piauí (JACOMINE, 1983); SRTM (EMBRAPA, 2005) e Mapa Estadual de Geodiversidade do Piauí (CPRM, 2006b).

As classes de Declividades foram definidas a partir do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, proposto pela EMBRAPA (2009). Desse modo têm-se as seguintes classes de relevo, conforme Tabela 1:

Tabela 1. Intervalos e classes de Declividade, segundo EMBRAPA (2009).

Intervalos de DM (%)	Classe de Relevo
0 a 3	Plano
3 a 8	Suave Ondulado
8 a 20	Ondulado
20 a 45	Forte Ondulado
45 a 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: EMBRAPA (2009).

Para conhecimento das características climáticas do município de Castelo do Piauí utilizou-se o Índice Efetivo de Umidade (IM), segundo dados de precipitações das séries anuais obtidas na SUDENE (1990) e empregados em metodologia de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955), cujas falhas das referidas séries (1963 a 1985) foram corrigidas através do Método de Ponderação Regional apresentado por Tucci (1993). Os dados dos postos pluviométricos situados no interior e no entorno de Juazeiro do Piauí foram aplicados na 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.

Considerou-se o IM para classificação climática do município de Castelo do Piauí, segundo Thornthwaite e Mather (1955), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Classificação climática, segundo metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), para o município de Castelo do Piauí.

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

Fonte: Thornthwaite e Mather (1955).

A operacionalização do presente estudo constou das seguintes etapas: a) levantamento bibliográfico e cartográfico, este último realizado junto a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); b) elaboração dos mapas temáticos através do programa computacional ArcGIS 10.1; c) definição das unidades ambientais, a partir do critério topo-morfológico e análise combinada de mapas (geologia, solos, clima, declividade, altitude, vegetação); d) visita ao campo de pesquisa, que foi realizada nos dias 15 e 16 de novembro de 2014.

Localização e caracterização geoambiental da área em estudo

O município de Castelo do Piauí foi criado em 1948 (REBÊLO, S/D). O referido município está localizado na Mesorregião Centro-Norte Piauiense, Microrregião de Campo Maior e, segundo PIAUÍ (2006), Território de Desenvolvimento dos Carnaubais e 6º Aglomerado de Municípios (AGM). Castelo do Piauí possui 2.035,2 km², sua sede municipal situa-se a 184 km de Teresina, capital do Piauí, e limita-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 05º19'19"S e 41º33'10"O (AGUIAR e GOMES, 2004), conforme Figura 1.

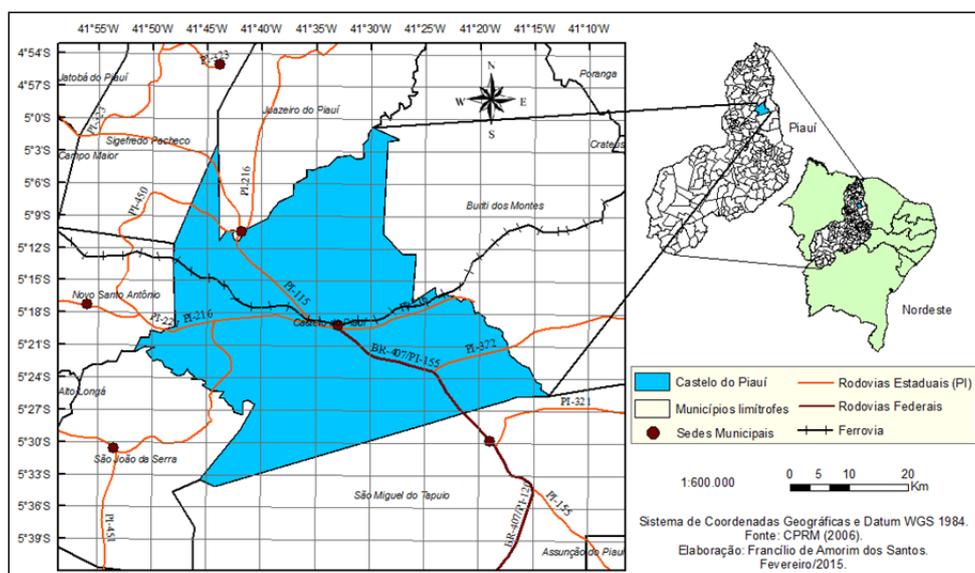


Figura 1. Localização do município de Castelo do Piauí.

Fonte: CPRM (2006).

O conhecimento dos elementos que constituem a paisagem, principalmente, a dinâmica desses elementos em áreas suscetíveis à desertificação é de fundamental importância para monitoramento da degradação ambiental e seu planejamento físico territorial.

Aspectos geológicos

O conhecimento das características geológicas possibilita estimar a fragilidade das rochas às intempéries naturais. Logo, 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. Em rochas pouco coesas ocorre morfogênese, em rochas bastante coesas predomina a pedogênese (VALERIANO, 2008).

O referido município assenta-se sobre um ambiente com predomínio de formações geológicas que datam da Era Paleozóica e Cenozóica, conforme Figura 2.

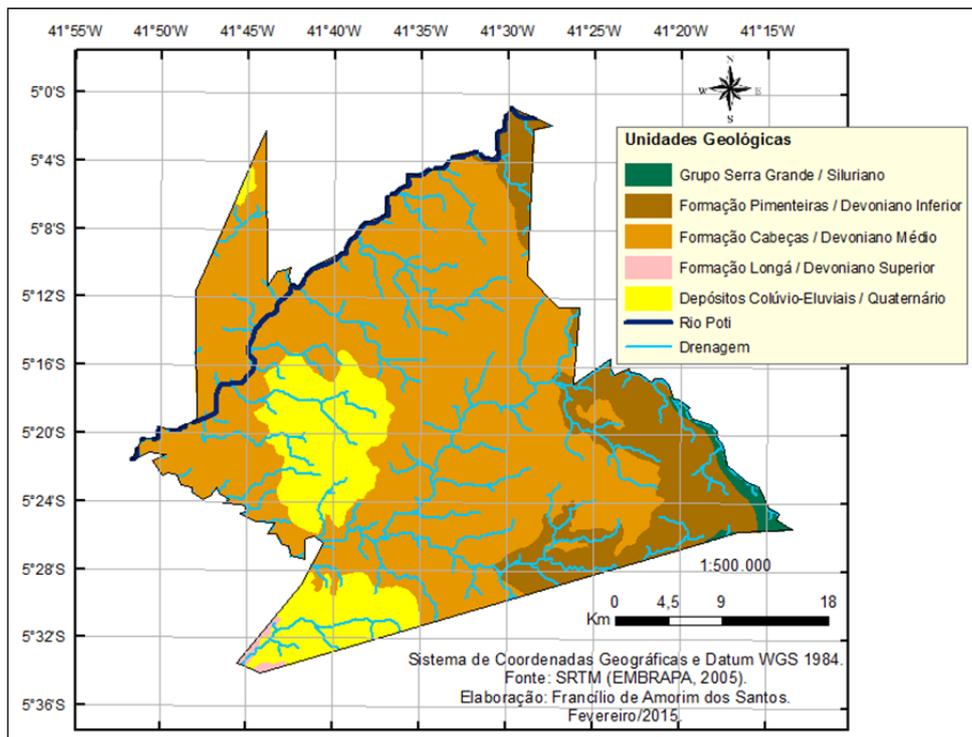


Figura 2. Esboço das Formações Geológicas do município de Castelo do Piauí.
Fonte: CPRM (2006).

O Quadro 1 apresenta as características das unidades geológicas identificadas no município de Castelo do Piauí. Desse modo, pode-se observar que a unidade mais extensa da área em estudo diz respeito à Formação Cabeças que abrange 1.408,4 km² da área do referido município, que representa 69,2%. Segue-se a esta as Formações Pimenteiras, os Depósitos Colúvio-Eluviais, Formação Serra Grande e 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 total do município em estudo.

Quadro 1. Características das Formações Geológicas de Castelo do Piauí.

Era/Período	Formações	Litologia	Área (km ²)	%
Cenozóica / Neógeno	Depósitos Colúvio-Eluviais	Sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos.	291	14,3
Paleozóica / Devoniano	Longá	Folhelhos e siltitos.	8,1	0,4
	Cabeças	Arenitos e siltito, ambientes fluviais.	1.408,4	69,2
	Pimenteiras	Arenitos, siltitos e folhelhos.	305,3	15
Paleozóica / Siluriano	Grupo Serra Grande	Conglomerados, arenitos e intercalações de siltitos e folhelhos.	22,4	1,1

Fonte: CPRM (2006).

Hipsometria e declividade

A hipsometria está diretamente relacionada à altimetria do relevo e ao aprofundamento da dissecação. Para representar as elevações do relevo utilizam-se cores mais claras para as baixas altitudes e as mais fortes para altitudes mais elevadas (CREPANI et al., 2001; GUERRA e GUERRA, 2011). O relevo da área possui suas maiores altitudes variando entre 180 e 300 m. Estes intervalos de classes ocupam 67,6% da área, com a presença predominante de relevo tabular (Figura 3a).

A declividade é a inclinação do terreno em relação ao horizonte, quando observado em cartas topográficas pode-se inferir que quanto maior as inclinações mais próximas estarão as curvas de nível (GUERRA e GUERRA, 2011). Desse modo, pode-se inferir que 83,1% da área em estudo possui relevo plano a suave ondulado, que corresponde a 1.691,2 km², como exposto na Figura 3b.

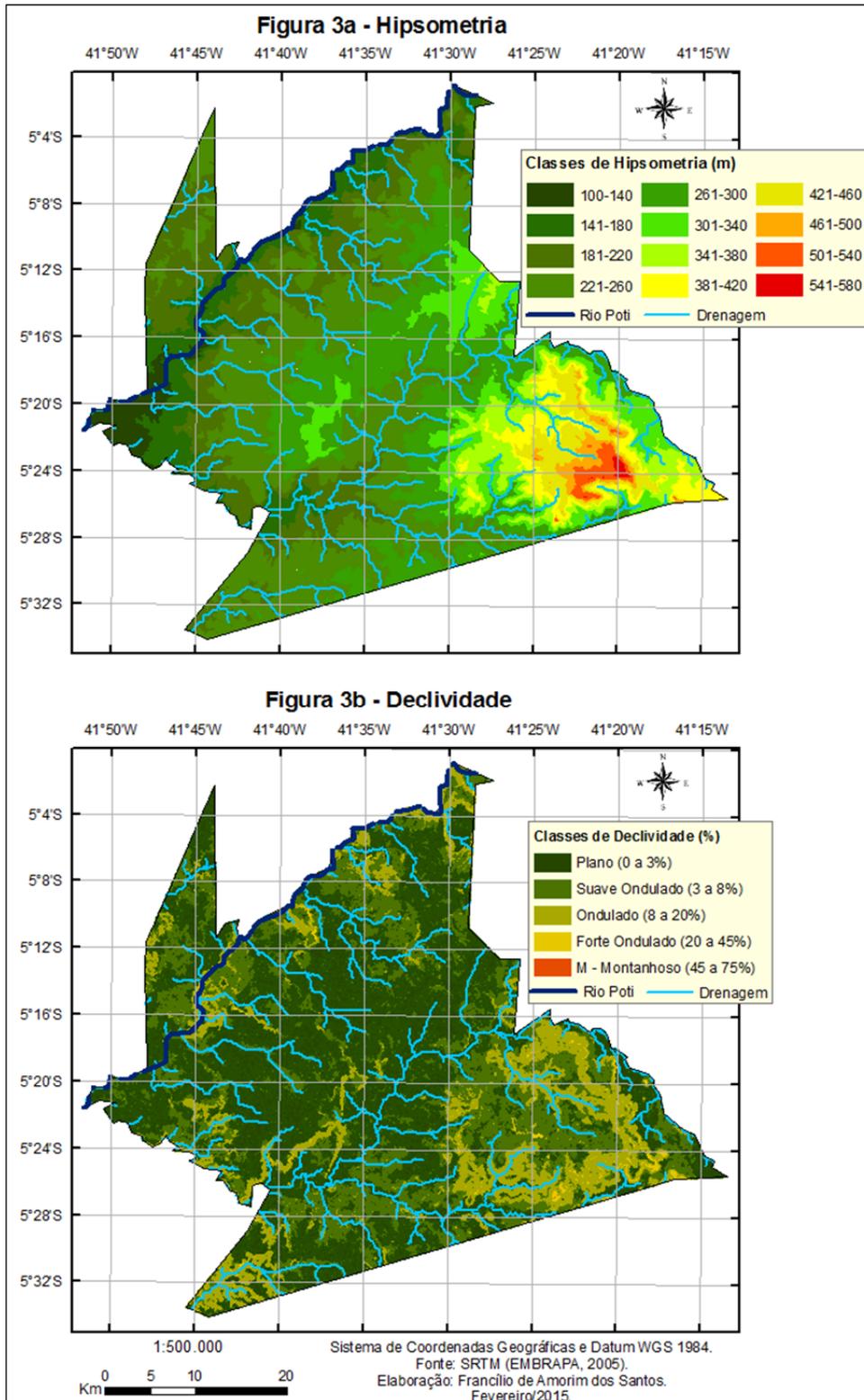


Figura 3. Hipsometria e Declividade do município de Castelo do Piauí.

Fonte: Missão SRTM (EMBRAPA, 2005).

Aspectos hidrológicos e condicionantes climáticos

O município de Castelo do Piauí é drenado pelos rios Poti e do Cais, pelos riachos Sambaíba, São Francisco e São Miguel. O Poti tem extensão de 450 km, nasce a 600 m de altitude na Serra da Joaquina e é formado pelos rios Fundo e Cipó. O Poti possui declividade média de 1m/km e apresenta um cânion de 300 m 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 (BAPTISTA, 1981; AGUIAR e GOMES, 2004).

O clima tem a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) como fator determinante da abundância ou deficiência de chuvas no setor Norte do Nordeste do Brasil (FERREIRA E MELLO, 2005).

A precipitação é a variável climatológica mais importante, porém uma das mais difíceis de serem observadas com precisão, pois apresenta erro instrumental, de exposição e de localização (MOLION e BERNARDO, 2000). A alta pluviosidade anual concentrada em curto período de tempo favorece a morfogênese e é responsável pela intensa denudação das regiões semiáridas (VALERIANO, 2008).

A precipitação média anual em Castelo do Piauí apresenta significativa variação (Figura 4a), pois em 50,9% ocorrem taxas pluviométricas que variam de 1.000 a 1.100 mm anuais, ou seja, região centro-norte que está sob influência da ZCIT.

Castelo do Piauí apresenta distribuição temporal de chuvas com 5 a 8 meses secos (Figura 4b). Entretanto, em 44,6% do território castelense apresenta 5,1 a 6 meses secos, que corresponde a 907,7 Km². De acordo com Aquino (2010), o período chuvoso em Castelo do Piauí situa-se nos meses de janeiro a maio, com concentração pluviométrica em um curto período de tempo, resultando em intenso processo de erosão, que é agravado em áreas com pouca ou nenhuma proteção da cobertura vegetal.

O clima da área em estudo também foi analisado a partir do Índice Efetivo de Umidade (IM), que relacionou valores da Evapotranspiração Potencial, Excedente Hídrico e Déficit Hídrico, e permitiu estimar o nível de aridez ou umidade dos municípios em estudo. Desse modo, a Figura 5 permite afirmar que os tipos climáticos da área em estudo são os seguintes: subúmido úmido, subúmido seco e semiárido. Estes representam, respectivamente, 28,6%, 64,7% e 6,7% da área em estudo. Portanto, 71,4% da área em estudo apresenta clima com fragilidade natural e suscetibilidade à desertificação, ou seja, subúmido seco e semiárido.

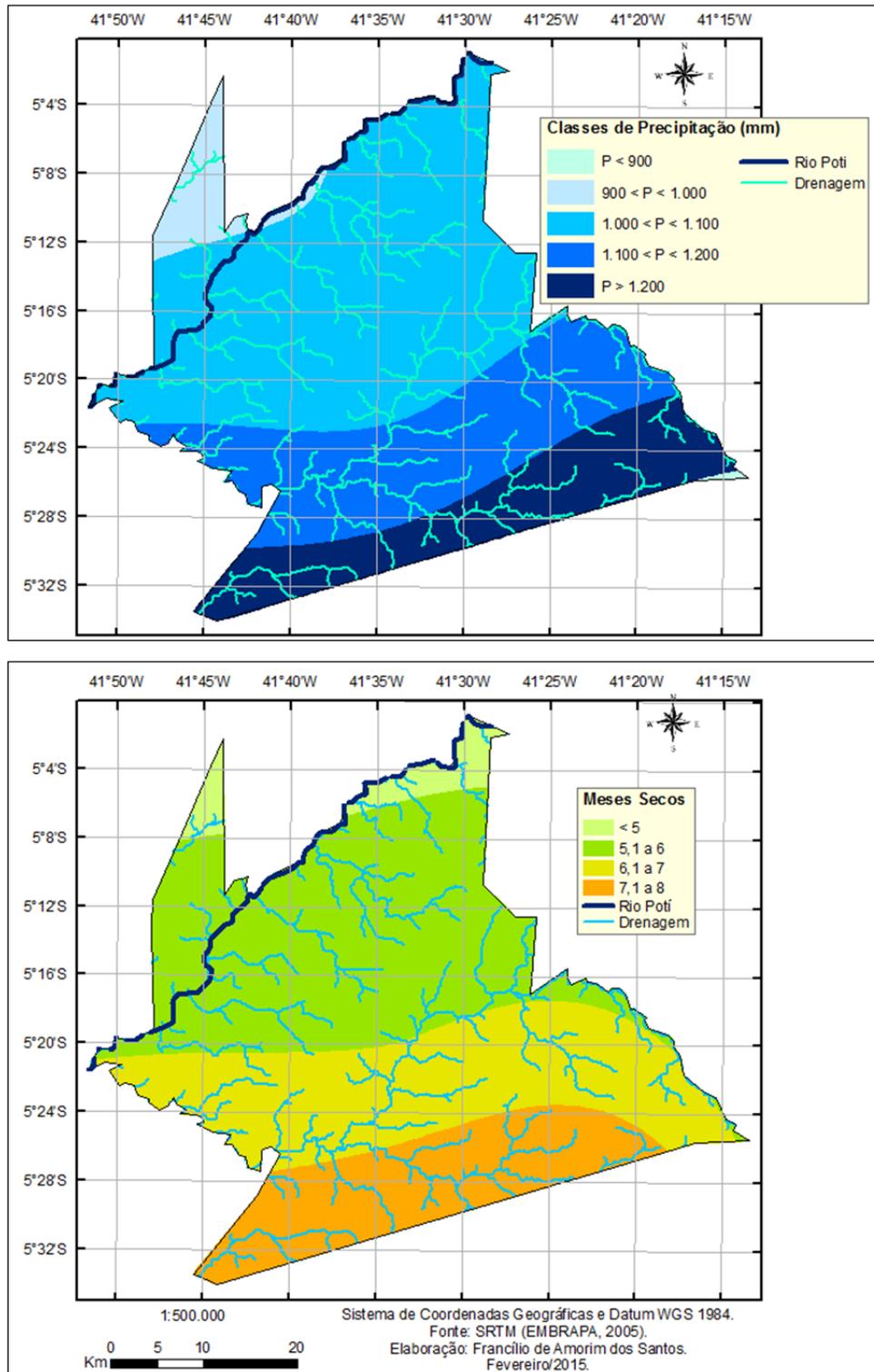


Figura 4. Precipitação total média anual e número de meses secos do município de Castelo do Piauí.

Fonte: SUDENE (1990).

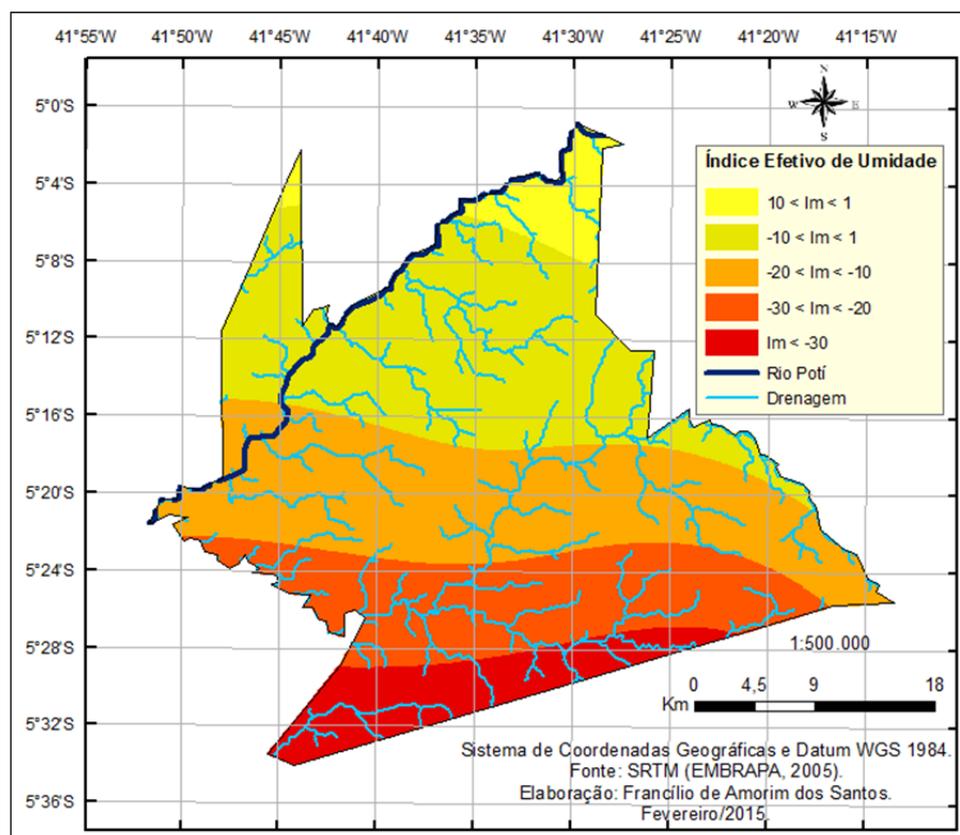


Figura 5. Índice Efetivo de Umidade (IM) do município de Castelo do Piauí.
Fonte: SUDENE (1990).

Aspectos pedológicos

A diversidade de rochas existentes associada aos mecanismos naturais de intemperismo originam diversos tipos de solos. Desse modo, segundo Jacomine (1983), o município de Castelo do Piauí apresenta 15 associações de solos (Figura 6), que podem ser agrupados em 5 ordens, segundo EMBRAPA (2009), como mostra abaixo:

- ✓ As Areias Quartzosas, atualmente denominados Neossolos Quartzarênicos, abrangem 366,3 km² (18%) da área de Castelo do Piauí; caracterizam-se por não possuir 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 quartzosas, possuem frações areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala (EMBRAPA, 2009);
- ✓ Os solos Bruno Não-Cálcico (Luvisolos Crômicos) estão dispersos por 8,1 km² (0,4%) do território castelense; estes são solos minerais não hidromórficos, que possuem horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, possuem profundidade mediana, cores vermelhas a acinzentadas, geralmente, apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, apresentando-se como moderadamente ácido a ligeiramente alcalino (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2009);

- ✓ Os Latossolos Amarelos são mais expressiva ordem de solos na área em estudo, abrangendo 738,8 km² (36,3%); são formados por material mineral, cujo horizonte B latossólico encontra-se imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico, em geral, são muito intemperizados, profundos, de boa drenagem e grande homogeneidade de características ao longo do perfil (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2009);
- ✓ Os Podzólicos Vermelhos-Amarelos (Argissolos) ocupam 233,9 km² (11%) do território castelense; são solos com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico, sua profundidade varia de pouco profundo a profundo, são formados por material mineral e forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2009);
- ✓ Os Neossolos Litólicos (Neossolos Litólicos) constituem a segunda ordem de solos mais representativa, distribuindo-se por 698,1 km² (34,3%) da área; são formados por material mineral ou orgânico pouco espesso, não apresenta 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 (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2009).

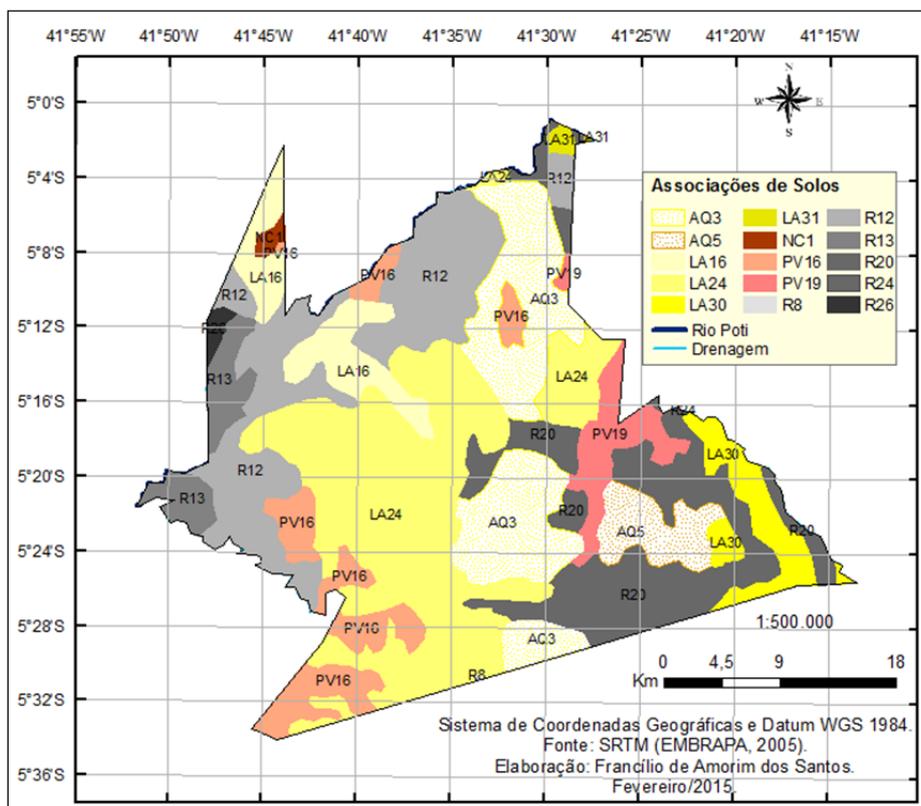


Figura 6. Esboço das associações de solos do município de Castelo do Piauí.
Fonte: JACOMINE (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A delimitação das unidades geoambientais torna-se necessário para o reconhecimento das características dos ambientes naturais, para análise de suas dinâmica e seus estágios evolutivos. As características geoambientais foram definidas tomando como base o critério topo-morfológico através do Modelo Digital de Elevação e por meio de inspeções a campo, para aferição dos mapas com a verdade terrestre. Foram mapeadas as seguintes unidades (Figura 7): Vale da Bacia do rio Poti, Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti, Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí, Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí caracterizadas a seguir.

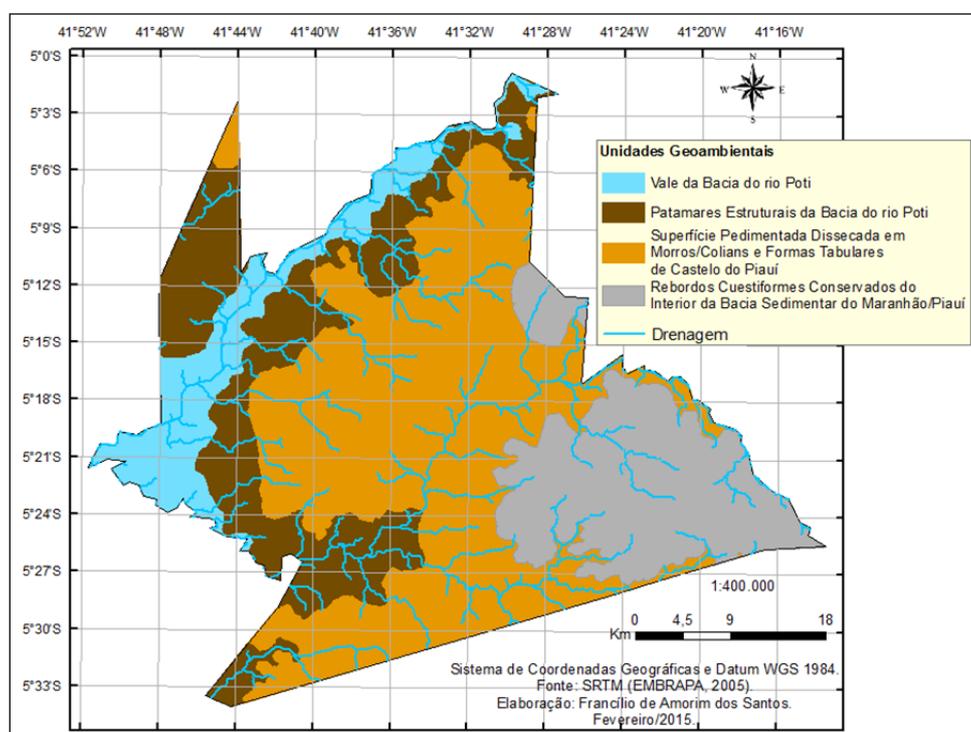


Figura 7. Unidades Geoambientais do município de Castelo do Piauí.

Fonte: EMBRAPA (2005).

Vale da Bacia do rio Poti

O Vale da Bacia rio Poti é a unidade geoambiental que ocupa a menor parte da área em estudo, corresponde a 10% do território e abrange 203,5 km² da área do município de Castelo do Piauí. Segundo CPRM (2006), a maior parte da referida unidade assenta-se sobre a Formação Cabeças, que abrange 76,6% da unidade, seguida pela Formação Pimenteiras e pelos Depósitos Colúvio-Eluviais que abrangem, respectivamente, 16,8% e 6,6%.

Ao longo da apropriação do espaço, os vales têm sido as áreas mais utilizadas para o desenvolvimento das atividades humanas, devido serem áreas férteis. Essa unidade corresponde ao vale do rio Poti que está encaixado na falha de

Guaraciaba, apresenta colinas, relevo residual sedimentar e presença de afloramentos rochosos (Figura 8). O Vale do rio Poti é formado por canais que possuem ângulos suaves a fortes e apresenta altitudes que variam de 100 a 220 m, relevo plano a suave ondulado, com declividade variando de 0 a 8%, esta classe de declividade ocupa 92,6% da área.



Figura 8. Relevo residual e afloramento rochoso no Vale do rio Poti.

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

Foram identificadas as seguintes associações de solos no Vale do rio Poti, de acordo com Jacomine (1983): os Neossolos Litólicos que constituem a mais expressiva associação de solos com 53,3%; em seguida têm-se os Latossolos Amarelos que abrangem 36,3%; a associações de solos menos expressivas foram as Neossolos Quartzarênicos e Argissolos que correspondem, respectivamente, a 9,5% e 0,9% da referida unidade.

Essa unidade apresenta áreas com afloramento rochoso, que possibilita a extração de rochas areníticas, coberto por cerrado rupestre (Figura 9) e presença de cactos. Em 72,8% do vale predomina o clima do tipo subúmido úmido, em 71,6% predomina precipitações pluviométricas situadas entre 1.000 a 1.100 mm, com 66,5% da área apresentando de cinco a seis meses secos. Nessa unidade ocorre extração de lenha para produção de carvão que aliado às queimadas em área de transição de caatinga arbustiva/carnaubal deixa o solo desprotegido, acentuando a fragilidade da mesma.



Figura 9. Afloramento rochoso com cerrado rupestre às margens do rio Poti.

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

Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti

Os Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti representam a segunda unidade geoambiental mais abrangente da área de estudo, correspondendo a 22% da área total de Castelo do Piauí, abrangendo 451,8 km² da área do respectivo município. De acordo com CPRM (2006), a maior parte da referida unidade assenta-se sobre a Formação Cabeças que abrange 79,8% da unidade, seguida das Formações Pimenteiras, dos Depósitos Colúvio-Eluviais e da Formação Longá que abrangem, respectivamente, 13%, 7% e 0,2%.

Essa unidade apresenta altitudes que variam de 140 a 260 m, o relevo varia de plano a suave ondulado, com declividades situadas entre 0 a 8%, esta classe de declividade ocorre em 90,6% da área.

Com base em Jacomine (1983), poderão ser identificadas nesta unidade 5 ordens de solos, a saber: os Neossolos Litólicos que constituem a mais expressiva associações de solos, ocupando 43,6% da área, típico de ambientes com relevo ondulado a forte ondulado; em seguida aparecem os Latossolos Amarelos, ocupam 41,3% da área; as associações de solos menos expressivas correspondem aos Neossolos Quartzarênicos, Argissolos e Luvisolos Crômicos, abrangendo respectivamente, 10,3%, 4,3% e 0,5% da referida unidade.

Essa unidade apresenta esparsas áreas com solo exposto, recoberto por vegetação do tipo caatinga aberta e carnaubal. Em 56,4% da unidade predomina o clima do tipo subúmido seco, com precipitações pluviométricas entre 1.000 a 1.100 mm em 69,2% da unidade e com 56,6% da área apresentando cinco a seis meses secos.

As atividades antrópicas praticadas nessa unidade são a pecuária caprina e a extração de rochas areníticas da Formação Cabeças de forma autônoma em lages (barreiros), gerando resíduos que são deixados a céu aberto resultando em degradação ambiental (Figura 10).



Figura 10. Resíduos advindos da extração de rochas areníticas na Formação Cabeças.

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

Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí

A Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí é a mais extensa unidade da área em estudo, correspondendo a 47,9%, abrangendo 974,9 km² da área de Castelo do Piauí. A citada unidade, segundo CPRM (2006), está assentada sobre a Formação Cabeças, que ocupa 68,5% do município, seguida das Formações Pimenteiras, dos Depósitos Colúvio-Eluviais, das Formações Serra Grande e Longá que ocupam, respectivamente, 22,4%, 8,3%, 0,6% e 0,2% da unidade.

Esta unidade em face da dissecação origina feições do tipo morros, colinas e ainda relevo tabular. As cotas altimétricas variam de 180 a 380 m. Na citada unidade predomina as classes de relevo plano a suave ondulado, correspondendo esta classe a 87,5% da área com predomínio de declividades situadas entre 0 a 8%.

Com base em Jacomine (1983), foram identificadas 4 ordens de solos na Superfície Pedimentada de Castelo do Piauí: em 53,3% da unidade predomina os Neossolos Litólicos, que ocorre principalmente em áreas com relevo de plano a suave ondulado; a segunda ordem mais expressiva são os Latossolos Amarelos, com 36,3%; a terceira mais extensa ordem encontrada na área corresponde aos Neossolos Quartzarênicos, estes ocorrem em 9,5% da área da unidade; e em apenas 0,9%, da área tem-se a presença dos Argissolos.

Na Superfície Pedimentada de Castelo do Piauí a cobertura vegetal apresenta transição do tipo caatinga arbustiva para arbórea. Em 68,2% dessa unidade predomina taxas de precipitações pluviométricas que variam de 1.000 a 1.100 mm e 79,2% da área da unidade apresenta cinco a sete meses secos. Nessa unidade são desenvolvidas as seguintes forma de uso da terra: cultivo permanente de caju e uva (Figura 11), pecuária bovina, cultivo temporário de milho e cana-de-açúcar (Figura 12).



Figura 11. Cultivo de uva consorciado ao de feijão, na Fazenda São Joaquim.

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



Figura 12. Cultivo temporário de cana-de-açúcar, ao fundo vegetação de transição carnaubal/caatinga arbustiva.

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

Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí

Os Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí abrangem 405 km² da área em estudo. Portanto, a terceira mais extensa unidade ocupando 19,9% da área. A referida unidade possui embasamento sedimentar, sendo constituída, de acordo com CPRM (2006), pelas Formações Cabeças, Pimenteiras e Grupo Serra Grande compreendendo, respectivamente, 81,5%, 17,8% e 0,7% da unidade.

Nessa unidade há presença de relevo ruiforme (Figura 13). A citada unidade geoambiental apresenta as maiores variações e níveis altimétricos, que variam 260 m a mais de 580 m de altitude. O relevo da unidade varia de plano a suave ondulado em 78,1% da área, apresentando declividades situadas entre 0 a 8%. Deve-se ressaltar que em 1,5% da área dos Rebordos Cuestiformes o relevo apresenta-se desnudo (Figura 14), com ausência de vegetação em declive forte ondulado a montanhoso.



Figura 13. Relevo ruíniforme da Formação Pimenteiras.
Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.



Figura 14. Paredões desnudos das Formações Serra Grande e Pimenteiras.
Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

Nessa unidade, segundo Jacomine (1983), foram encontradas as seguintes ordens de solos: os Latossolos Amarelos é a associação de solos mais expressiva na unidade, correspondendo a 51%; a segunda ordem mais representativa são os Neossolos Quartzarênicos que abrangem 27,9% da unidade, seguido dos Neossolos Litólicos que abrangem 21,1% da área da unidade. Nessa unidade predomina a cobertura vegetal tipo caatinga arbustiva densa/cerrado.

A unidade apresenta 63,3% de sua área com precipitações pluviométricas variando de 1.000 a 1.100 mm e 86,3% da área com cinco a sete meses secos. Há nessa unidade uma extensa área destinada ao plantio de caju, conforme Figura 15, para produção de castanhas e cajuínas, pela indústria Cajufloor.



Figura 15. Cultivo permanente de caju em altas altitudes.

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

Através do Quadro 2, pode-se afirmar que entre potencialidades e limitações as unidades geoambientais, as mesmas demandam adequado planejamento ambiental, subsidiado pelos dados aqui apresentados. Pois as potencialidades naturais quando utilizadas sem o manejo adequado podem resultar em danos irreversíveis ao meio ambiente. Por outro lado, o planejamento ambiental deve propiciar meios para a convivência com as limitações e minimizar os riscos de degradação ambiental.

CONCLUSÕES

A utilização da abordagem sistêmica como aporte teórico para a compreensão das interações entre os elementos bióticos, abióticos e ação antrópica, permitiu delimitar as seguintes unidades geoambientais na área de estudo: 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 do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí.

Uma vez delimitadas as unidades, com base em dados secundários foi possível conhecer as potencialidades e limitações das mesmas. De modo geral, podem-se apontar as seguintes potencialidades: os afloramentos de rochas areníticas da Formação Cabeças possibilitam a extração de rochas, nos Patamares Estruturais; a ocorrência em mais de 80% da área com relevo plano a suave ondulada e em média 42% das unidades com presença de Latossolos Amarelos, possibilitam o desenvolvimento de atividades agropecuárias; a presença de afloramento rochoso da Formação Cabeças no Parque Municipal Pedra do Castelo, no Vale do rio Poti, e a ocorrência de relevo ruiforme nos Rebordos Cuestiformes permitem o desenvolvimento de atividades turísticas.

Por outro lado, as unidades apresentam como principais limitações: a fragilidade climática com presença de climas do tipo subúmido seco e semiárido, respectivamente, em 73,8% e 5,8% da área das unidades, aliado 14,5% da área com 7 a 8 meses secos, cobertura vegetal espaçada aliada e presença de solos pouco desenvolvidos, a exemplo das Areias Quartzosas e Solos Litólicos, que acentuam a vulnerabilidade ambiental da área.

Quadro 2. Potencialidades e limitações das Unidades Geoambientais identificadas em Castelo do Piauí.

Unidades Geo-ambientais	Potencialidades	Limitações
Vale do rio Poti	Relevo plano a suave ondulado em 91,6% e Latossolos Amarelos em 35,5% possibilitam a prática agrícola; Os morros da Formação Cabeças possibilitam a extração de rochas; O canal fluvial do rio Poti pode ser utilizado para a prática turística.	Neossolos Litólicos em 53,4% e extensas áreas de afloramentos rochosos cobertos por cerrado rupestre, que limitam a prática agrícola.
Patamares Estruturais	Relevo plano a suave ondulado em 86,7% e Latossolos Amarelos em 35,8% da área permitem o desenvolvimento de atividades agropecuárias; Do afloramento rochoso da Formação Cabeças podem ser extraídas rochas areníticas para comercialização; O Parque Municipal Pedra do Castelo, afloramento rochoso da Formação Cabeças, constitui riqueza arqueológica e possibilita a prática turística.	Neossolos Litólicos 52,2% e cobertura vegetação tipo caatinga aberta ou carnaubal, traduz-se em baixa proteção aos solos.
Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Castelo do Piauí	Relevo plano a suave ondulado em 86,3%, Latossolos Amarelos em 34,4% e as precipitações pluviométricas que variam de 1.100 a 1.200 mm, em 75,0% da área permitem o desenvolvimento de práticas agropecuárias; A transição da vegetação de caatinga arbustiva para arbórea possibilita uma maior proteção aos solos.	Clima tipo subúmido seco e relevo forte ondulado a montanhoso em 0,7% gera vulnerabilidade geoambiental.
Rebordos Cuestiformes Conservados do Interior da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí	Relevo plano a suave ondulado em 88,0% aliados aos Latossolos Amarelos em 43,4%, possibilitam o desenvolvimento de atividades agropecuárias; O relevo ruiforme permite o desenvolvimento de atividades turísticas.	Níveis altimétricos com 260 m a mais de 540 m, relevo desnudo, declives forte ondulado a montanhoso (1,5%), Neossolos Quartzarênicos (22,4%), 50,1% da área com precipitações pluviométricas entre 1.100 a 1.200 mm em 87,3% e 5 a 7 meses secos reduzem a possibilidade de práticas agropecuárias.

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2015.

As potencialidades e limitações ecológicas identificadas no presente estudos devem servir como ponto de partida para orientar o planejamento ambiental e o ordenamento territorial, para fins de uso condizente com as mesmas. Entretanto,

não se esgotam as possibilidades de estudos na área, pois deve-se buscar integrar dados socioeconômicos, relativos ao uso e cobertura das terras, bem como conhecimento mais atual e em escala mais adequada para complementar os dados apresentados neste trabalho.

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, 2004.

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 Cristóvão, 2010.

BAPTISTA, J.G. Geografia Física do Piauí. 2ª edição. Teresina: COMEPI, 1981.

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

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ministério de Minas e Energia. Mapas estaduais de geodiversidade: Piauí. Rio de Janeiro: CPRM. 2006b. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <<http://geobank.sa.cprm.gov.br>>. Acesso em janeiro de 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. 124p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, Nº 1, p.15-28. Dezembro de 2005.

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

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

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.

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

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

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.

REBÊLO, E.M.C.G. Processo de organização político-administrativa do espaço do Piauí. Texto produzido como parte do relatório final do projeto de pesquisa "De Mocha a Aroeiras do Itaim", que está em andamento. S/D.

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.

SUDENE. Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste: Estado do Piauí. Recife, 1990.

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

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.

Contato com o autor: cmsaboia@gmail.com

Recebido em: 05/07/2015

Aprovado em: 17/11/2015