

Delimitação, avaliação das potencialidades e limitações das unidades ambientais no município de Juazeiro do Piauí, nordeste do Brasil: como subsídio ao planejamento ambiental

Francílio de Amorim dos Santos
Docente do Instituto Federal do Piauí
Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Docente da Universidade Federal do Piauí

Resumo

Considerando a importância do conhecimento das paisagens, a possibilidade que ele abre para uso de forma racional dos recursos naturais, o estudo teve como objetivos identificar as características geoambientais, delimitar e mapear as unidades ambientais do município de Juazeiro do Piauí, bem como avaliar as potencialidades e limitações em cada uma das unidades mapeadas. O município estudado localiza-se no Território de Desenvolvimento dos Carnaubais, nordeste do estado do Piauí. A metodologia utilizada no trabalho empregou a abordagem integrada associada a técnicas de campo, laboratório e cartografia digital, fato que possibilitou a efetuação o mapeamento das unidades ambientais, considerando os aspectos topo-morfológicos. Desse modo, foram mapeadas as seguintes unidades geoambientais: Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí, Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti e o Vale da Bacia do rio Poti. Ressalta-se que as referidas unidades apresentam potencialidades e limitações distintas para fins de exploração racional dos recursos naturais, dentre as potencialidades pode-se destacar as extensas áreas planas a suave onduladas, solos desenvolvidos (Latosolos), baixa severidade climáticas em alguns trechos; ao passo que as limitações dizem respeito a áreas com relevo forte ondulado a montanhoso, solos jovens (Neossolos Litólicos). O estudo foi relevante, pois permitiu conhecer de forma integrada a área do município de Juazeiro do Piauí, contribuindo para o planejamento e o uso sustentável dos mesmos no município.

Palavras-chave: Abordagem sistêmica; Unidades geoambientais; Uso sustentável.

Abstract:

Considering the importance of knowledge of landscapes, with the possibility of a rational use of natural resources, the objective of this study was to identify the geoenvironmental characteristics, to delimit and map the environmental units of the municipality of Juazeiro do Piauí, as well as to evaluate the potentialities and limitations in each mapped drive. The studied municipality is located in the Territory of Development of the Carnaubais, northeast of the state of Piauí. The methodology used in the work employed the integrated approach associated with field, laboratory and digital cartography techniques, fact that made possible the mapping of environmental units, considering top-morphological aspects. Thus, the following geoenvironmental units were mapped: Dissolved Surface in Morros / Hills and Tabular Forms of Juazeiro do Piauí, Structural Patamares of the Poti River Basin and the Poti River Basin. It should be noted that these units present distinct potentialities and limitations for the rational exploitation of natural resources, among the potentialities can be highlighted the extensive flat to soft ripples, developed soils (Latosols), low climatic severity in some stretches; while the limitations relate to areas with strong mountainous undulating relief, young soils (Littoral Neosols). The study was relevant, since it allowed to know in an integrated way the area of the municipality of Juazeiro do Piauí, contributing for the planning and the sustainable use of the same ones in the municipality.

Keywords: Systemic approach; Geoenvironmental units; Sustainable use

francilio.amorim@ifpi.edu.br
cmsaboia@gmail.com

Introdução

As paisagens terrestres revelam uma delicada rede de interação entre os variados elementos geoambientais. Esse delicado equilíbrio tem sido rompido devido ao processo de industrialização nas cidades, mecanização agrícola em sistemas de produção monocultora, supressão da vegetação nativa para implantação de pastagens, grande exploração dos recursos energéticos e matérias-primas, tais como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos e exploração de minérios.

Nesse cenário, os estudos ambientais vêm sendo desenvolvidos baseando-se na Teoria dos Sistemas, considerando os fenômenos como ligados direta ou indiretamente a uma série de outros fatores. Desse modo, a proposta de Bertalanffy embasa-se no holismo e na interdisciplinaridade, afirmando que as partes do sistema interagem de forma não-linear num mecanismo de realimentação constante. Nesse contexto, importa à Geografia a análise ambiental, pois os sistemas possuem comportamento definido por um mecanismo de retroalimentação e os sistemas morfométricos podem ser mensurados e o homem seu modificador (BETIOL, 2012).

As unidades de paisagem natural devem ser estudadas a partir de suas características genéticas e suas interações, permitindo conhecer e classificar a capacidade de saturação de uma unidade de paisagem frente às atividades humanas. Desse modo, deve-se buscar conhecer a gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, tipo de cobertura vegetal quando se busca analisar uma unidade de paisagem natural (CREPANI *et al.*, 2001).

Dessa forma, a caracterização da estrutura geológica permite conhecer a fragilidade das rochas às intempéries naturais, pois 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, ao passo que rochas bastante coesas predomina a pedogênese (VALERIANO, 2008).

Desse modo, conhecer a gênese e a evolução da morfologia terrestre é fundamental para a compreensão da 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.

Nesse contexto, cabe destacar que o clima nordestino é determinado pela circulação geral atmosférica, resultado do aquecimento diferencial global da radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes, bem como das características topográficas sobre os continentes (FERREIRA; MELLO, 2005). Para Landim *et al.* (2011), áreas de clima subúmido seco ou semiárido, a exemplo do município em estudo, apresentam escassez de água e distribuição irregular das chuvas, resultando em déficit hídrico, pois a evapotranspiração é, geralmente, superior à precipitação, gerando diminuição da vegetação.

Diante do exposto, evidencia-se que a falta de informações acerca do meio físico aliado a práticas de atividades sem o manejo adequado e/ou com deficiências de técnicas conservacionistas e sem considerar a capacidade de saturação dos solos, gera desequilíbrios aos sistemas ambientais. Fato que justifica a realização do estudo, pois as ações humanas demandam um adequado planejamento ambiental territorial baseada no conhecimento das características geoambientais, delimitando as potencialidades e limitações ambientais.

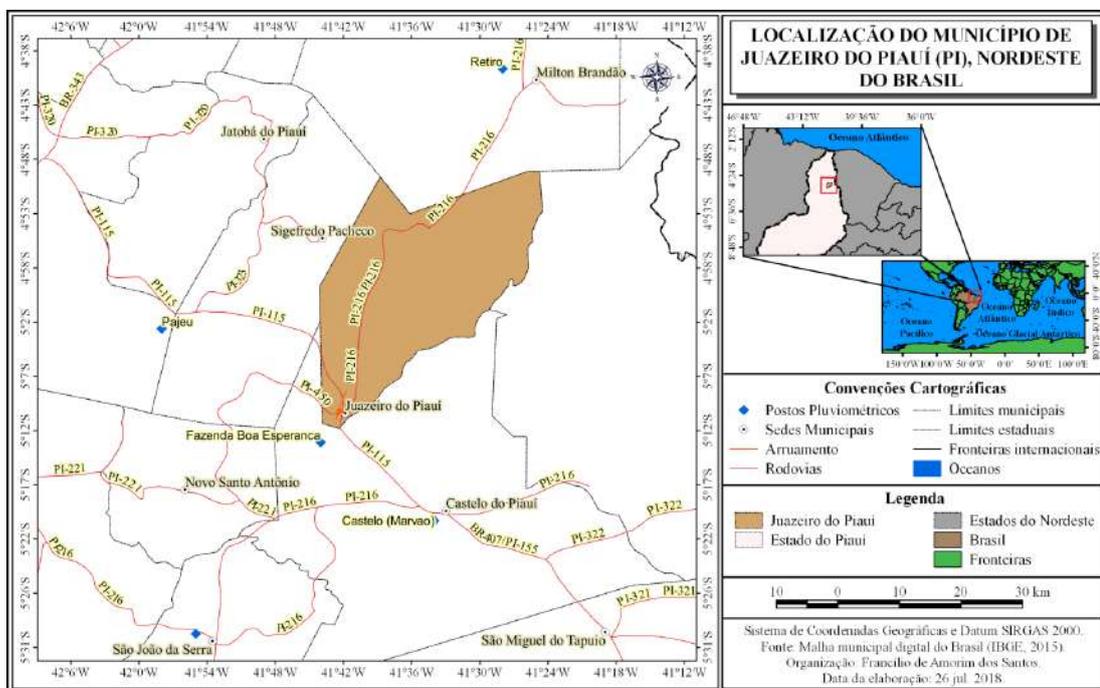
Dessa forma, as áreas que possuem fragilidade natural, como as áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, o planejamento constitui-se, ainda, mais

essencial. Nessa ótica, a pesquisa propôs-se a: i) identificar as características geoambientais do município de Juazeiro do Piauí, ii) mapear as unidades ambientais do referido município; e iii) avaliar as potencialidades e limitações em cada uma das unidades mapeadas.

Materiais e métodos

Localização da área em estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Juazeiro do Piauí (Figura 1), 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). O município possui de 827,2 km² e sua sede municipal localiza-se a 158 km de Teresina, possuindo importantes fontes historiográficas, registros fósseis, vegetação de transição caatinga arbustivo/arbórea e carnaubal, com formações rochosas areníticas.



Fonte: IBGE (2015).

Figura 1. Localização do município de Juazeiro do Piauí, setor nordeste do estado do Piauí.

Procedimentos metodológicos

A abordagem sistêmica foi elemento essencial quando no que concerne ao conhecimento da dinâmica ambiental, pois é compatível com escala humana. Nessa ótica, propôs-se integrar as variáveis ambientais para elaboração do mapa de unidades ambientais de Juazeiro do Piauí. Desse modo, procederam-se as seguintes etapas para operacionalização do estudo:

- 1) levantamento bibliográfico e cartográfico, esse permitiu a aquisição de arquivos alfanuméricos, vetoriais e matriciais, a saber: dados pluviométricos das séries anuais obtidas junto a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990), Mapa de Geologia

- do Piauí (CPRM, 2006a), Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do Piauí (JACOMINE, 1983), *SRTM* (EMBRAPA, 2005) e Mapa Estadual de Geodiversidade do Piauí (CPRM, 2006b);
- 2) elaboração dos mapas temáticos através do *software* ArcGIS cuja licença foi adquirida pelo Laboratório de Geomática, da Universidade Federal do Piauí;
 - 3) definição das unidades ambientais, a partir do critério topomorfológico e análise combinada de mapas (geologia, declividade, altitude);
 - 4) visita ao campo de pesquisa realizada nos dias 15 e 16 de novembro de 2014.

Deve-se destacar que foi utilizado o Índice efetivo de umidade (Im) para classificação e análise climática na área do município estudado, a partir da metodologia de Thornthwaite (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), cujas falhas nas referidas séries (1963 a 1985) foram corrigidas por meio da técnica de Ponderação Regional proposta por Tucci (1993). Desse modo, os dados dos postos pluviométricos (Figura 1) foram empregados na Equação 1.

$$IM = \frac{[(Exc - Def) \times 100]}{Ep} \quad (1)$$

em que Exc é o Excedente Hídrico Anual; Def é o Déficit Hídrico Anual; e Ep é a Evapotranspiração Potencial Anual.

O produto oriundo da Equação 1 foi tomado como base para classificação climática do município de Juazeiro do Piauí, de acordo com Thornthwaite e Mather (1955), considerando-se as classes apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação climática para o município de Juazeiro do Piauí, de acordo com o Índice Efetivo de Umidade (IM).

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

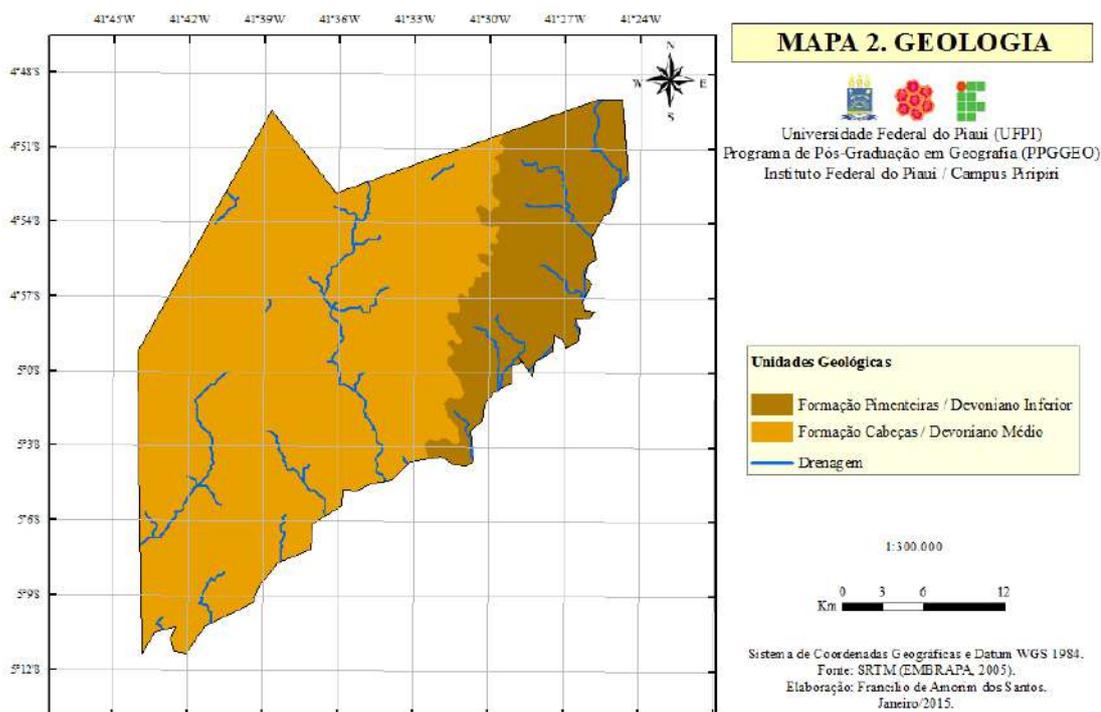
Fonte: Thornthwaite e Mather (1955).

Resultados e discussão

Características geoambientais gerais

O município de Juazeiro do Piauí está alicerçado sobre ambiente com predomínio de formações geológicas que datam da Era Paleozóica (Figura 2), quais sejam: Formação Cabeças, constituída por arenitos e siltito, ambientes fluviais, que representa 78,2% da área do município, cujos valores absolutos abrangem 646,9 km²; e Formação Pimenteiras, composta por arenitos vermelhos friáveis, siltitos e folhelhos, estendendo-se por 180,3 km² e representa 21,8% da área de estudo

(CPRM, 2006a).

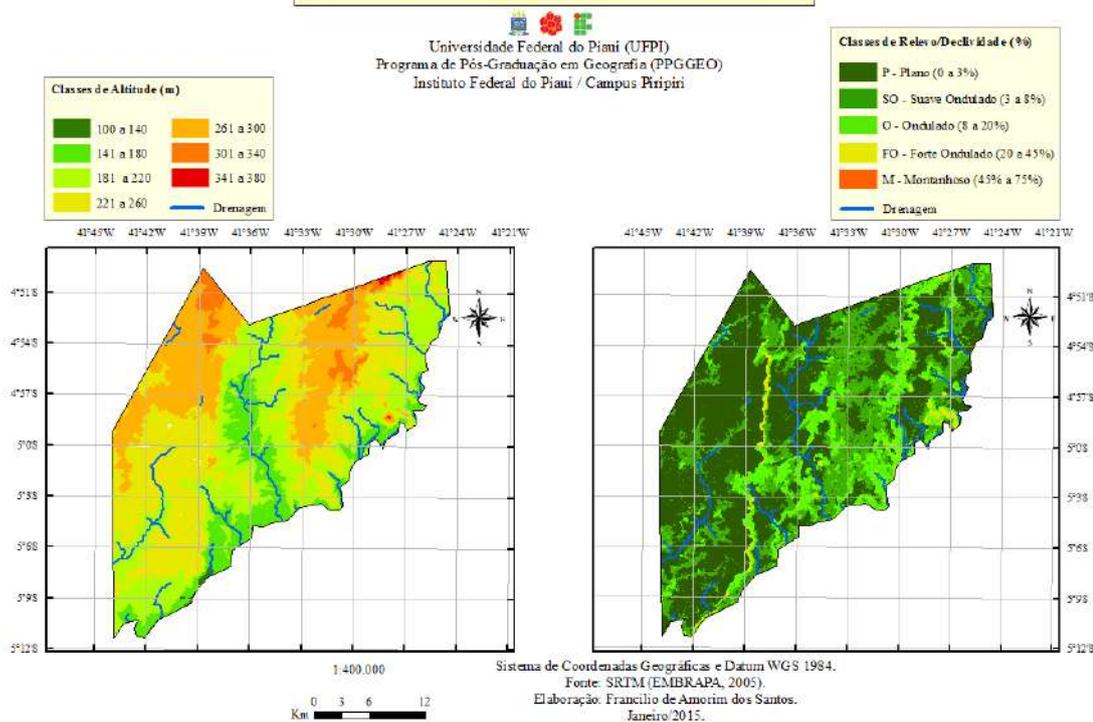


Fonte: CPRM (2006a).

Figura 2. Esboço das formações geológicas do município de Juazeiro do Piauí.

O relevo juazeirense apresenta altitudes variáveis (Figura 3), onde 58,3% de sua área apresenta 180 a 260 m (482,2 km²), ao passo que as declividades exibem predomínio de relevo plano a suave ondulado em 81,4%, enquanto em 3,2% ocorre declividade forte ondulada a montanhosa, com valores absolutos correspondendo, respectivamente, a 673,4 km² e 26,3 km² (Figura 3).

MAPA 3. HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE



Fonte: EMBRAPA (2005).

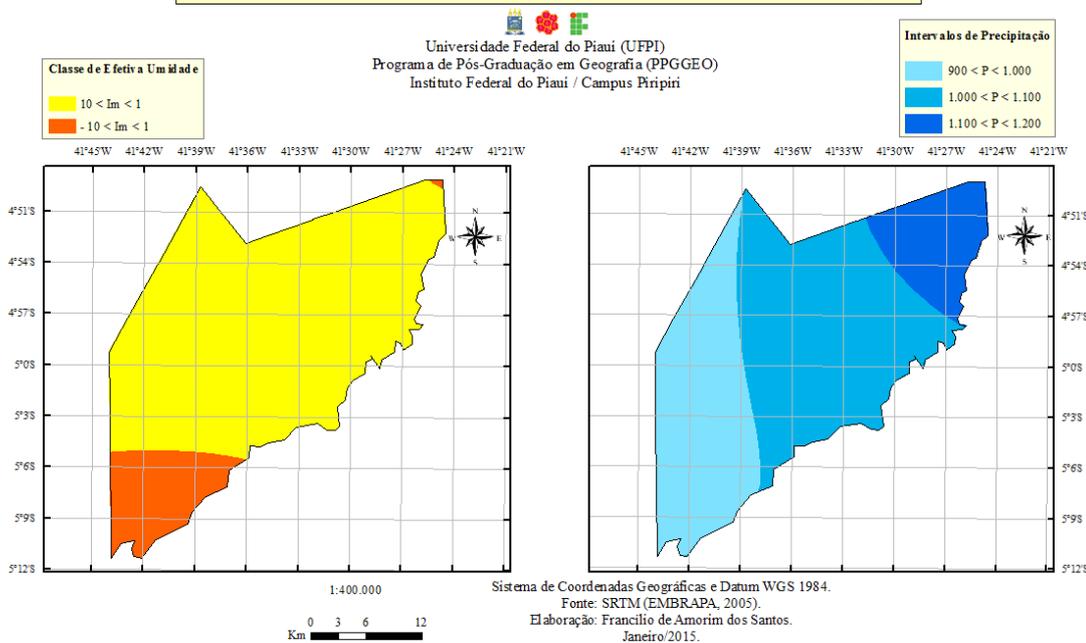
Figura 3. Hipsometria e declividade média do relevo do município de Juazeiro do Piauí.

Aspectos hidrológicos e condicionantes climáticos

Juazeiro do Piauí é drenado pelos rios Poti e Parafuso e pelo riacho Vertente. O rio Poti nasce a 600 m de altitude na Serra da Joanhina, formado pelos rios Fundo e Cipó, possui extensão de 450 km e possui declividade média de 1m/km. Por sua vez, o rio Parafuso é afluente da margem direita do Poti, nasce em Pedro II e tem 90 km de extensão (BAPTISTA, 1981; AGUIAR; GOMES, 2004). Os rios da região possuem vazão específica entre 0,3 a 2,0 L/s.km², menor que a média nacional que é de 21 L/s.km², e Relação Demanda/Disponibilidade Média com excelente disponibilidade de água (BRASIL, 2007).

O Índice Efetivo de Umidade (IM), que relacionou valores da ETP, Excedente e Déficit Hídrico, indicou que 51,2% do município de Juazeiro do Piauí apresenta clima do tipo subúmido úmido e 48,8% tipo subúmido seco (Figura 4). Dessa forma, diga-se que em 75% da área do município estudado ocorre taxa pluviométrica situada entre 1.000 a 1.100 mm, conforme está representado na Figura 4.

MAPA 4. ÍNDICE EFETIVO DE UMIDADE E PRECIPITAÇÃO



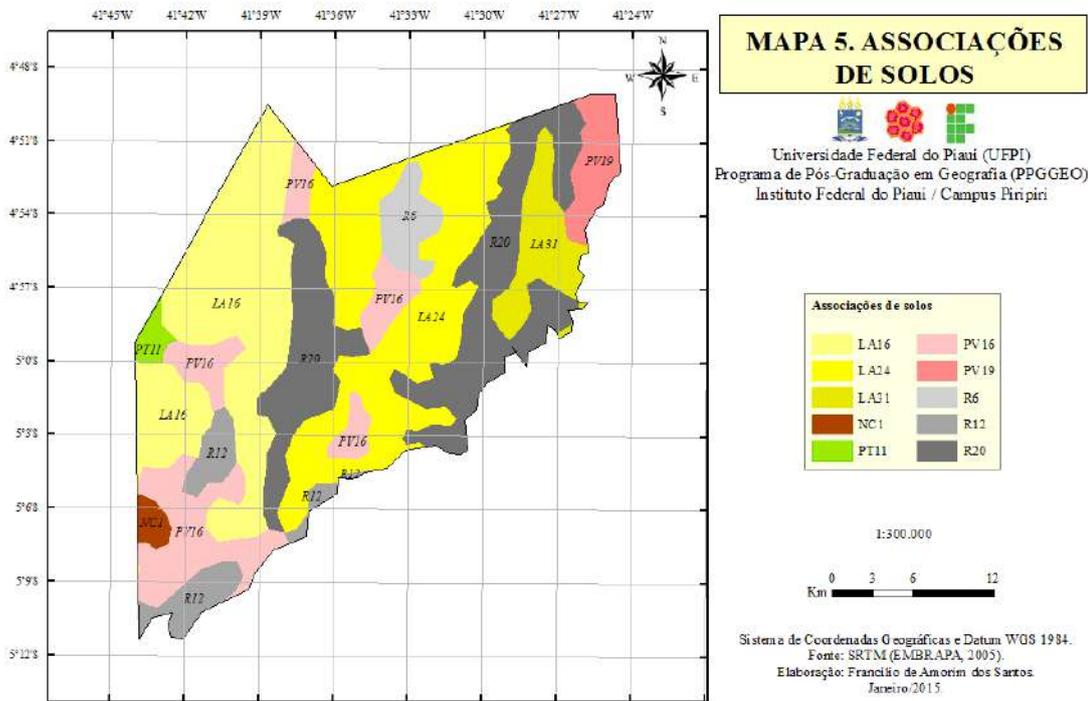
Fonte: SUDENE (1990).

Figura 4. Índice efetivo de umidade e precipitação anual média de Juazeiro do Piauí.

Aspectos pedológicos e da cobertura vegetal

Jacomine (1983) identificou para o município de Juazeiro do Piauí 10 associações de solos (Figura 5), que podem ser agrupados em 5 ordens, segundo EMBRAPA (2009), a saber: Solos Litólicos (Neossolos Litólicos), Latossolos Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelo (Argissolos), Bruno Não-Cálcico (Luvissolos Crômicos) e Plintossolos que ocupam, respectivamente, 55,5%, 32,2%, 10,7%, 1,1% e 0,5% da área do referido município.

A vegetação do município de Juazeiro do Piauí é constituída por variadas fisionomias em diversos estágios de conservação e de regeneração, algumas áreas ainda bastante conservadas. Desse modo, a estrutura vegetacional da área em estudo apresenta formações baixas, mais abertas, destacando-se o estrato herbáceo a arbóreas mais encorpadas; o cerrado rupestre encontra-se disposto sobre os afloramentos rochosos e entre as linhas de drenagem temporárias, caracterizando-se por possuir plantas de pequeno porte e bastante espaçadas (ALBINO, 2005).

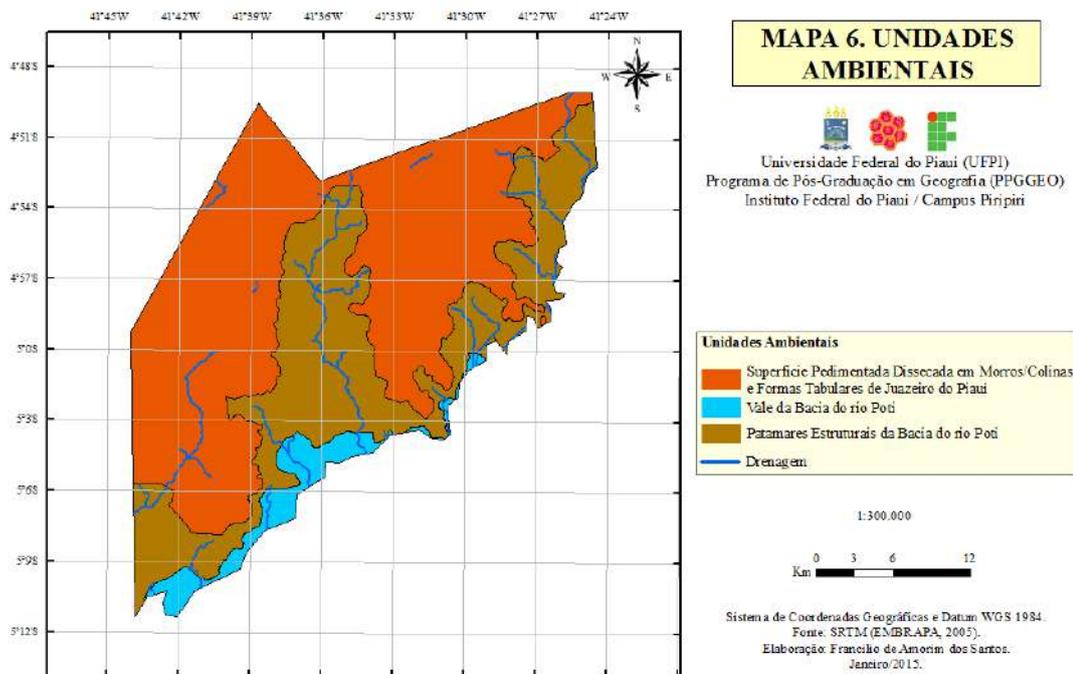


Fonte: Jacomine (1983).

Figura 5. Esboço das associações de solos do município de Juazeiro do Piauí.

Unidades geambientais mapeadas no município de Juazeiro do Piauí

A delimitação das unidades geambientais tornou-se necessária para o reconhecimento das características dos ambientes naturais, sua dinâmica e estágios evolutivos. Ao passo que unidades geambientais foram compartimentadas considerando-se o critério topo-morfológico, Modelo Digital de Elevação (MDE) e visita a Juazeiro do Piauí. Nesse sentido, foi possível mapear as seguintes unidades (Figura 6): Superfície Pedimentada Dissecada em Morros/Colinas e Formas Tabulares de Juazeiro do Piauí, Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti e o Vale da Bacia do rio Poti.



Fonte: Santos (2016).

Figura 6. Unidades geoambientais mapeadas no município de Juazeiro do Piauí.

Superfície pedimentada dissecada em morros/colinas e formas tabulares de Juazeiro do Piauí

A superfície pedimentada dissecada em morros/colinas e formas tabulares de Juazeiro do Piauí abrange 59,6% da área do município estudado, ocupando 493 km². A citada unidade, segundo CPRM (2006), está assentada sobre a Formação Cabeças, que ocupa 92,1%, e a Formação Pimenteiras, que ocupa 7,9% da unidade. Essa unidade compreende extensas áreas de relevo tabular, cuja dissecção ocorre em forma de morros e colinas, com níveis altimétricos variam de 180 a 380 m. Em 83,9% da unidade predomina o relevo plano a suave ondulado, cujas declividades situam-se entre 0 a 8%; destaque-se que 3,1% da área da unidade apresenta relevo forte ondulado a montanhoso, com declives situados entre 20 a 75%.

Nesta unidade foram identificadas 10 associações de solos agrupadas em 5 ordens, segundo Jacomine (1983): a ordem mais representativa na área na unidade foram os Latossolos Amarelos, que abrangem 60,8% da unidade e são característicos de áreas planas e/ou relevo pouco movimentado; a segunda ordem mais representativa foram os Neossolos Litólicos, com 23,6%, que se deve a sedimentação das rochas sedimentares do Grupo Serra Grande e, posterior transporte e deposição; os Argissolos representam 14% da unidade; os Plintossolos e os Luvisolos Crômicos com 1,5% e 0,1%, respectivamente, que foram as duas ordens menos representativas na citada unidade.

Nessa unidade o solo apresenta-se exposto ou recoberto por vegetação do tipo caatinga arbustiva aberta (Figura 7). Ressalta-se que em 93,1% da unidade predomina o clima subúmido úmido, com precipitações que variam de 1.000 a 1.100 mm, em 44,3% da unidade, e predomínio de cinco meses secos, em 99,5% da área da unidade. As componentes ambientais apresentadas possibilitam o uso atual voltado à agricultura (Figura 8).



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

Figura 7. Solo exposto e ao fundo vegetação arbustiva aberta na superfície pedimentada dissecada em morros/colinas e formas tabulares de Juazeiro do Piauí.



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

Figura 8. Cultura temporária de milho desenvolvida na superfície pedimentada dissecada em morros/colinas e formas tabulares de Juazeiro do Piauí.

Patamares Estruturais da Bacia do rio Poti

Os Patamares estruturais da Bacia do rio Poti representam a segunda unidade ambiental mais abrangente da área pesquisada, correspondendo a 35% ou 289,5 km² da área do respectivo município. A maior parte da referida unidade assenta-se sobre a Formação Cabeças, que abrange 67,8% da unidade, e a Formação Pimenteiras, que abrange 32,2% (CPRM, 2006a). A unidade apresenta altitudes que variam de 140 a 300 m e predomínio de relevo plano a suave ondulado em 78% da área.

De acordo Jacomine (1983), os Patamares Estruturais apresentam 9 associações de solos, que pode ser agrupadas em 4 ordens, a saber: os Neossolos

Litólicos, encontrados em com 39,5% da área, constituindo a mais expressiva associação de solos, típico de ambientes com relevo ondulado a forte ondulado; em seguida aparecem os Latossolos Amarelos, que se distribuem por 35,7% da unidade; as associações de solos menos expressivas correspondem aos Argissolos e Luvisolos Crômicos, respectivamente, abrangendo 22,2% e 2,6% da referida unidade.

A unidade em questão apresenta extensas áreas com solo exposto, recoberto por vegetação tipo caatinga aberta e carnaubal, em solos, possivelmente, salinos periodicamente inundáveis (Figura 9). Em 83,4% da unidade predomina o clima do tipo subúmido úmido, com precipitações entre 1.000 a 1.100 mm em 62,7% da unidade e, ainda, cinco a seis meses secos com ocorrência em 89,2% da área da unidade. Nessa as atividades humanas dizem respeito à pecuária caprina e extração de rochas dos arenitos da Formação Cabeças de forma autônoma em lajes (barreiros), gerando resíduos que são deixados a céu aberto resultando em degradação da paisagem (Figura 10).



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

Figura 9. Pecuária caprina desenvolvida em solo desnudo e recoberto por pedregosidade nos patamares estruturais da bacia do rio Poti.



Fonte: Albino (2005)

Figura 10. Extração de rochas areníticas realizada por trabalhadores autônomos.

Vale da bacia do rio Poti

O Vale da Bacia do rio Poti é a unidade ambiental que ocupa a menor parte da área municipal, correspondendo a 5,4% da área estudada, que corresponde a 44,7 km². A referida unidade assenta-se sobre a Formação Cabeças, que abrange 92,1% da unidade, seguida pela Formação Pimenteiras, que abrange 7,9% (CPRM, 2006a).

Os vales são as áreas mais apropriadas para o desenvolvimento de atividades humanas, devido sua fertilidade. Desse modo, essa unidade pode ser entendida sob a ótica dos tipos de leito, de canal e de drenagem, ao passo que cada uma dessas fisiografias possui dinâmica própria das águas correntes, que está diretamente ligada a geometria hidráulica específica, resultante dos processos de erosão, transporte e deposição dos sedimentos fluviais (GUERRA; CUNHA, 1995). A unidade ambiental Vale da Bacia do rio Poti apresenta altitudes que variam de 100 a 220 m, variando entre plano a suave ondulado, cujas declividades estão entre 0 a 8% e distribuem-se por 92,1% da área.

Conforme propõe Jacomine (1983), os principais grupos de solos identificados foram: os Neossolos Litólicos que ocupam 45,9% da área; seguidos pelos Latossolos Amarelos, encontrados em 38,9%, e Argissolos, que se distribuem por 15,2% de área a unidade.

Essa unidade apresenta áreas com afloramento rochoso coberto por cerrado rupestre (Figura 11) e presença de cactos. Em 51,4% dos vales abertos da bacia do rio Poti predomina o clima do tipo subúmido seco, em 60,6% predomina pluviometria situada entre 1.000 a 1.100 mm e ocorrência em 63,3% de cinco a seis meses secos. Nessa unidade, predomina a extração vegetal para a produção de lenha, que aliada às queimadas em área de transição de caatinga arbustiva/carnaubal tem deixado o solo desprotegido (Figura 12). Destaca-se, ainda, a realização de extração de rochas areníticas (quartzitos ornamentais) nos morros da Formação Cabeças, pela ECB Rochas Ornamentais, o que tem gerado grande contingente de

resíduos e, conseqüente, degradação ambiental (Figura 13).



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

Figura 11. Afloramento rochoso coberto por cerrado rupestre no vale da bacia do rio Poti.



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

Figura 12. Degradação ambiental provocada por queimadas, em área de transição caatinga arbustiva/carnaubal, no Vale da bacia do rio Poti.



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

Figura 13. Resíduos resultantes da extração de rochas areníticas, na Formação Cabeças, pela ECB Rochas Ornamentais, no Vale da bacia do rio Poti.

Conclusões

A abordagem sistêmica empregada como aporte teórico para a compreensão das interações entre os elementos bióticos, abióticos e ação antrópica, permitiu a delimitação das unidades ambientais do município de Juazeiro do Piauí. Uma vez delimitadas, essas unidades foram caracterizadas e analisadas com base nos atributos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e, ainda, aqueles relativos ao tipo de cobertura vegetal, para fins de identificação de suas potencialidades e limitações ecológicas que serão sintetizadas a seguir.

- Superfície pedimentada dissecada em morros/colinas e formas tabulares de Juazeiro do Piauí, que quanto às potencialidades destacam-se: em 82,1% de relevo plano a suave ondulado, presença de Latossolos Amarelos em 32,7%, clima do tipo subúmido úmido, baixa severidade climática e totais pluviométricos entre 1.000 a 1.100 mm, elementos que possibilitam o desenvolvimento de atividades agropecuárias. As limitações identificadas foram às seguintes: 3% de relevo forte ondulado a montanhoso, presença de Neossolos Litólicos em 56,8%, combinação que resulta em alta vulnerabilidade, devido, principalmente, aos solos rasos e cobertos por pedregosidade;
- Os Patamares estruturais da bacia do rio Poti apresentam como potencialidades o relevo pouco movimentado, que varia de plano a suave ondulado em 86,7% de sua área, e presença de Latossolos Amarelos em 35,8% da área, características que favorecem o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Foi possível a identificação de afloramento rochoso da Formação Cabeças, com possibilidade para extração de rochas areníticas. Na unidade encontra-se, ainda, o Parque Municipal Pedra do Castelo, afloramento rochoso da Formação Cabeças, que constitui grande riqueza arqueológica, onde se pode desenvolver o turismo. As limitações identificadas foram: presença de Neossolos

Litólicos em 52,2% da área; cobertura vegetação tipo caatinga aberta ou carnaubal, que exibe baixa proteção aos solos;

- No Vale da bacia do rio Poti foram identificadas as seguintes potencialidades: relevo plano a suave ondulado em 91,6% da planície; presença de Latossolos Amarelos em 35,5% da área; ocorrência de afloramentos da Formação Cabeças, voltados à extração de rochas; canal fluvial do rio Poti que pode ser utilizado para a prática turística. A presença dos Neossolos Litólicos em 53,4% da área e presença de extensas áreas de afloramentos rochosos cobertos por cerrado rupestre limitam a prática agropecuária e aumentam o risco de degradação.

Ressalta-se que as potencialidades e limitações ecológicas apontadas devem orientar o planejamento ambiental territorial, para fins de uso e ocupação condizente com as mesmas. Desta forma, a ciência geográfica alcança seu objetivo maior, qual seja prover soluções a questões ambientais, que no caso do Brasil se avolumaram pós década de 1950.

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 Juazeiro do Piauí*. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2004.

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 - PI, 2005.

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

BETIOL, V.M. Sistemas, Complexidade e os Sistemas Ambientais na Prática, no Brasil. *Revista Geonorte*, Edição Especial, v. 1, n. 4, p.91-10, 2012.

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

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: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, III, Recife - PE. *Anais...* Recife: 2010.

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

_____. *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: 14 jan. 2014.

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

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, n. 1, p.15-28. Dezembro de 2005.

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

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. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Malha municipal digital do Brasil: situação em 2015*. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em: 04 abr. 2016.

_____. *Manual Técnico de Geomorfologia*. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009.

_____. *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, 2011. p.01-21.

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.

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. Teresina - PI, 2015.

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, n. 1. 1955.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e

da USP. 1993.

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