

Artigo de Pesquisa**CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA DO RIO PIRACURUCA (CEARÁ-PIAUI): POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES****Characterization of landscape units in the Piracuruca River Basin (Ceará-Piauí): potential and limitations**

Francílio de Amorim dos Santos¹, Lúcia Maria Silveira Mendes², Maria Lúcia Brito da Cruz³

¹ Instituto Federal do Piauí, Campus Piriri, Piriri-PI, Brasil. E-mail. francilio.amorim@ifpi.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0415-6673>

² Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail. lucia.mendes@uece.br

 <https://orcid.org/0000-0003-1816-6933>

³ Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail. mlbcruz@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2202-923X>

Recebido em 23/06/2022 e aceito em 09/11/2022

RESUMO: A pesquisa teve como objetivo realizar o mapeamento e a caracterização das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI), permitindo a análise de suas potencialidades e limitações ao uso. O estudo constitui uma pesquisa descritiva quanto ao seu objetivo e empregou levantamento bibliográfico e cartográfico associado à pesquisa de campo, para mapeamento dos sistemas ambientais. Foram identificadas dez unidades de paisagens que foram agrupados em duas classes de morfogênese, quais sejam: formas de dissecação (platô do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos parcialmente dissecados do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos moderadamente dissecados do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos fortemente dissecados do Planalto da Ibiapaba, depressão monoclinial dissecada, depressão aplainada conservada, interflúvios tabulares, morros e colinas); formas de acumulação (fundos de vales associados à área de inundação, planícies fluviais). Reitera-se que se deve desenvolver o planejamento ao longo da Bacia, cujo planejamento deve pautar-se na gestão das potencialidades e limitações ao uso.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Ceará e Piauí; Análise Integrada; SIG.

ABSTRACT: The research aimed to map and characterize the landscape units of the Piracuruca River Basin (CE-PI), allowing the analysis of their potential and limitations to using. The study constitutes descriptive research as to its objective and used bibliographic and cartographic surveys associated with field research, to map environmental systems. Ten landscape units were identified, which were grouped into two classes of morphogenesis, namely: dissection forms (plateau of the Ibiapaba, partially dissected erosive edges of the Ibiapaba Highland, moderately dissected erosive edges of the Ibiapaba Highland, highly dissected erosive edges from the Ibiapaba Highland, dissected monoclinial depression, conserved flattened depression, tabular interfluves, hills and hills); accumulation forms (valley bottoms associated with the flood area, river plains). It is reiterated that planning must be developed throughout the Basin, whose planning must be guided by the management of potentialities and limitations to using.

Keywords: Hydrographic basin; Ceará and Piauí; Integrated analysis. GIS.

INTRODUÇÃO

Estudos ambientais ligados a bacias hidrográficas têm se consolidado ao longo dos últimos anos, possivelmente pelo fato da bacia hidrográfica ser considerada um sistema aberto e integrador dos elementos que compõem a paisagem. Nesses estudos ambientais têm sido empregadas várias geotecnologias, como ferramenta imprescindível ao armazenamento e integração de dados de diversas fontes.

A abordagem sistêmica apresenta-se como proposta metodológica mais indicada a ser empregada neste estudo, cuja proposição se baseia na busca pelo conhecimento integrado e interdependente das partes que compõem o todo. Entenda-se sistema como sendo o conjunto de elementos que mantêm relações entre si e seus atributos constituintes (CHRISTOFOLETTI, 1990).

Ross (2009) destaca a relevância em compreender as potencialidades e as fragilidades dos recursos naturais e humanos presentes nos sistemas ambientais. Por sua vez, Santos (2019) reitera a importância da abordagem sistêmica aplicada a estudos ambientais e, ainda, a bacia hidrográfica como unidade espacial para análise, como sendo de fundamental importância para o conhecimento de suas potencialidades e limitações.

Ressalta-se que todo sistema ambiental apresenta características que constituem possibilidades para uso, a exemplo do relevo plano associado a solos férteis e de boa drenagem para desenvolvimento de atividade agropecuária, afloramentos rochosos que podem ser utilizados para prática do geoturismo, dentre outros. Por outro lado, há áreas com relevo íngreme, solos pouco desenvolvidos e mal drenados, de tal modo que devem ser conservados e/ou utilizados em consonância com sua capacidade.

Cabe destacar que a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, preconiza em seu Art. 1º, parágrafo V, que a bacia hidrográfica constitui a unidade territorial que deve ser tomada como base para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e, como tal, recorte espacial para atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Bacias hidrográficas são consideradas sistemas não isolados abertos e, como coloca Christofolletti (1980), nessas predominam a troca contínua de matéria e energia, perda e recarga. Enfatiza-se que as bacias hidrográficas constituem elemento espacial que proporciona a integração, quando se considera a visão sistêmica (SUERTEGARAY, 2009), sendo, portanto, integrada por elementos que se articulam de forma interdependente e harmônica, controlados pelo fluxo de massa e de energia, onde cada componente é reflexo das mudanças externas impostas (CAZULA; MIRANDOLA, 2010).

Reitera-se que estudos ligados ao mapeamento ambiental em bacias hidrográficas, tomando como base a abordagem sistêmica, tem se fortalecido ao longo do tempo. Pode-se exemplificar: a pesquisa de Freitas Filho e Souza (2005),

cujo objetivo foi analisar de forma integrada as nascentes do riacho dos Macacos, no Ceará, a partir de análise geoambiental e aplicação de geotecnologias; o trabalho de Silva e Silva (2012), que propuseram análise geoambiental para o baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Pirangi, no Ceará, particularmente na área do estuário e seu entorno; o estudo de Costa et al. (2014), que efetuaram análise geoambiental e compartimentação das unidades de paisagem da sub-bacia hidrográfica do riacho Santana, no Rio Grande do Norte.

No presente estudo utilizou-se como categoria de análise, para mapeamento integrado dos atributos ambientais, as unidades de paisagem. Essas, de acordo com Amorim e Oliveira (2008), exibem grande complexidade, tendo em vista que reflete à interação entre os diversos atributos do sistema natural e do sistema antrópico, e possibilita à identificação de atributos responsáveis pela dinâmica da paisagem e, ainda, conhecer as principais fragilidades ambientais de cada unidade.

Frente ao que foi apresentado, pode-se afirmar que estudos voltados ao conhecimento integrado da dinâmica dos elementos ambientais, que compõem as bacias hidrográficas, apresentam grande relevância, sobretudo, pela possibilidade de apontar estratégias para o uso múltiplo de seus recursos. Desse modo, este artigo tem como objetivo realizar a caracterização e o mapeamento das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, bem como identificar potencialidades e limitações ao uso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área em estudo

O recorte espacial da pesquisa foi a Bacia Hidrográfica rio Piracuruca (BHRP), situada no setor ocidental do estado do Ceará e limite oriental do estado do Piauí (Figura 1). A BHRP possui uma área de 7.704 km² e o rio Piracuruca tem sua nascente no Planalto da Ibiapaba, particularmente no município de São Benedito, estado do Ceará. Ressalta-se que várias nascentes dos riachos e rios que se tornam afluentes do rio principal da Bacia localizam-se na Serra dos Matões, no município piauiense de Pedro II. Ao passo que sua foz, no rio Longá, situa-se no município de São José do Divino, estado do Piauí.

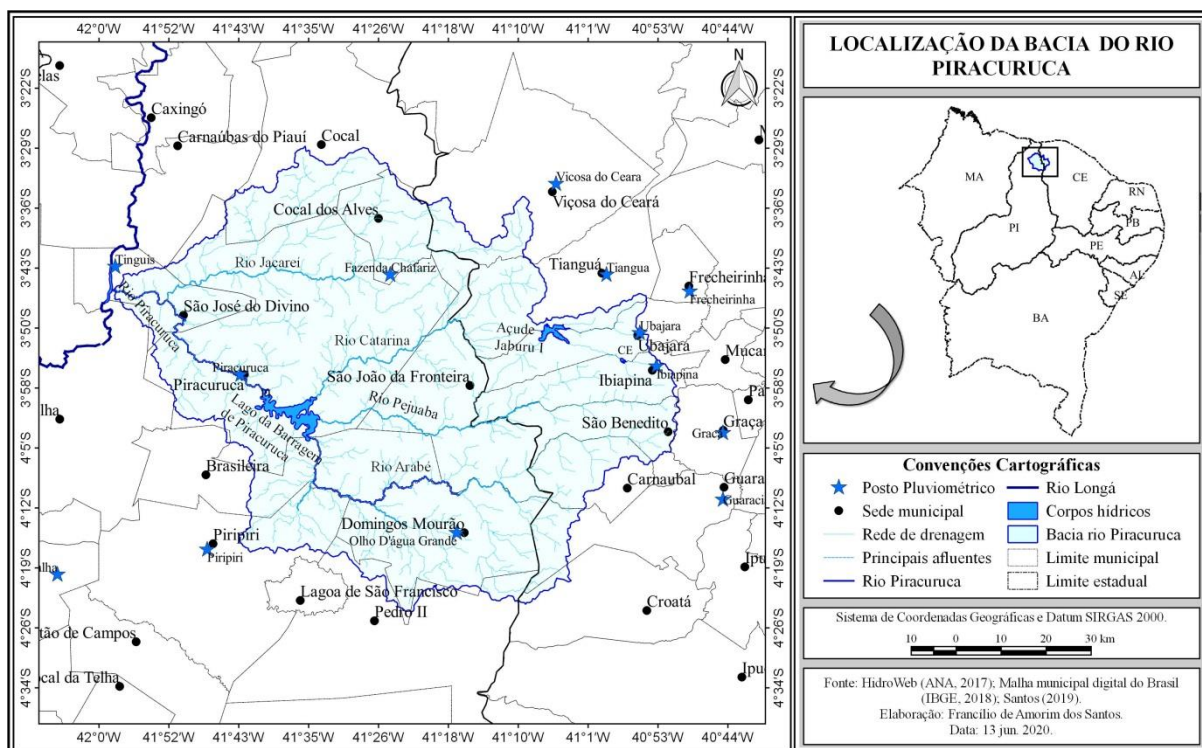


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP), situada na divisa dos estados do Ceará e do Piauí, Nordeste do Brasil. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A BHRP está assentada sobre seis unidades geológicas (CPRM, 2006^a; 2006^b; BRASIL, 1973; PFALTZGRAFF et al., 2010), quais sejam: Serra Grande (Período Siluriano), constituída por um pacote de arenitos conglomeráticos e conglomerados na base e arenitos de granulação mais fina no topo; Formação Pimenteiras (Período Devoniano Inferior), com presença de arenitos finos, argilosos, subangulosos, cinza a avermelhados, com folhelhos cinza-escuros a marrom-avermelhados; Formação Cabeças (Período Devoniano Médio), com predomínio de arenitos finos a médios com intercalações de siltitos e arenitos finos; Formação Longá (Período Devoniano Superior), com ocorrência de folhelhos cinza-escuros, físseis e micromicáceos e siltitos cinza-escuro a preto com intercalações de arenitos finos laminados; Formação Sardinha (Período Cretáceo), oriunda de derrames basálticos, exibe presença de diques e soleiras de diabásio cinza-escuro a negro; Depósitos Colúvio-Eluviais (Período Neógeno), compostos por sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos. Destaca-se que a área estudada se encontra sobre influência do planalto da Ibiapaba, cujo topo é plano e suas altitudes ultrapassam os 900 m. Esse planalto apresenta mergulho de suas camadas em direção ao estado do Piauí e, ainda, festonamento em suas bordas, fruto da dissecação realizada pela rede de drenagem consequente.

As condições climáticas da BHRP são influenciadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal mantenedora de chuvas na região, e dos fenômenos oceânicos El Niño Oscilação Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico, que respondem pela ocorrência das anomalias pluviométricas interanuais. Ressalta-se,

também, que a Bacia apresenta as seguintes características médias anuais, considerando o período de 1985 a 2016: pluviometria de 860 a 1.710 mm anuais; temperaturas entre 20 a 27°C; 1 a 7 meses secos; 903 a 1.643 mm de evapotranspiração potencial; excedente hídrico de 100 a 1.000 mm; déficit hídrico de 0 a 730 mm (SANTOS, 2019). Essas características são fruto, principalmente da movimentação da ZCIT de janeiro a abril, ao passo que no segundo semestre seu afastamento gera redução nos níveis pluviométricos, cujos níveis também oscilam, considerando a interferência do ENOS e Dipolo do Atlântico. Fato que vai ter impactos diretos sobre a dinâmica fluvial na área estudada, resultando em rios intermitentes e temporários.

Cabe salientar que a Bacia estudada classifica-se como de 6ª ordem, de acordo com a proposta hierárquica de Strahler (1952), ao passo que foram identificados 2.568 (dois mil quinhentos e sessenta e oito) canais que compõem a rede de drenagem, sendo: 2.007 (dois mil e sete) canais de 1ª ordem, 442 (quatrocentos e quarenta e dois) segmentos de 2ª ordem, 93 (noventa e três) canais de 3ª ordem, 19 (dezenove) canais de 4ª ordem, 6 (seis) de 5ª ordem e um canal de 6ª, o rio Piracuruca, que constitui o único canal perene da Bacia (SANTOS, 2019).

Por sua vez, os processos pedogenéticos atuantes na área resultaram na formação de onze subordens de solos (INDE, 2014), a saber: Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Chernossolo Argilúvico, Gleissolo Melânico, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Planossolo Háplico, Plintossolo Argilúvico, Plintossolo Pétrico, Vertissolo Ebânico. Estas condições edáficas permitiram o desenvolvimento de cobertura vegetal diversificada, onde se tem o platô do Planalto da Ibiapaba com uma vegetação de grande porte (mata plúvio-nebular), cuja cobertura vai modificando-se em direção ao estado do Piauí, devido aumento do rigor climático. Desse modo, tem-se a mata seca, complexo vegetacional carrasco e a caatinga arbórea e arbustiva (SANTOS, 2019).

As atividades humanas desenvolvidas estão ligadas às seguintes práticas: extração vegetal, principalmente de fibras, ceras, madeira e oleaginosas; lavoura permanente associada à produção de abacate, banana, café, castanha-de-caju, coco-da-baía, goiaba, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, tangerina e urucum; lavoura temporária voltada ao cultivo de amendoim, arroz, batata-doce, cana-de-açúcar, fava, feijão, mandioca, melancia, milho, soja, tomate; pecuária, com destaque para a aquicultura, mel de abelha e criação de gado bovino, caprino, galináceo, ovino, suíno (IBGE, 2020).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa apresenta-se como descritiva quanto ao seu objetivo, demandando emprego de levantamento bibliográfico e cartográfico associado à pesquisa de campo, para mapeamento das unidades de paisagem. Ressalta-se que o levantamento bibliográfico subsidiou a discussão conceitual, enquanto a base cartográfica possibilitou o conhecimento integrado dos elementos ambientais, principalmente, referentes ao relevo, aspectos climáticos, solos e vegetação. Ao

passo que o trabalho de campo permitiu a acurácia das unidades de paisagem realizado, bem como diferenciação dos tipos de vegetação.

Para efetivação do mapeamento e caracterização das unidades de paisagem e conhecimento de suas potencialidades e limitações ao uso foram adquiridos arquivos nos formatos alfanumérico, vetorial e matricial, em órgãos governamentais, conforme estão especificados, abaixo, para montagem do banco de dados:

Dados alfanuméricos relacionados a informações pluviométricos de quatorze postos apontados na figura 1, considerando a série histórica de 1985 a 2016, obtidas junto ao Sistema HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), que foram utilizados para realização do balanço hídrico:

- ✓ Arquivo vetorial da litologia e, também do relevo, onde foi consultado o mapa de geodiversidade dos estados do Ceará e do Piauí, em escala 1:1.000.000, disponibilizado no site do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006a; 2006b);
- ✓ Arquivo vetorial do mapa de solos da Folha SB.24 - Jaguaribe, em escala 1:1.000.000, adquirida no banco de dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE, 2014);
- ✓ Arquivo vetorial da malha municipal digital do Brasil: situação em 2018, em escala 1:1.000.000, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019);
- ✓ Arquivo matricial do Modelo de Digital de Elevação (MDE), da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), resolução espacial de 30m, adquirido via banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2017) para caracterização do relevo.

Ressalta-se que as informações, mencionadas, foram armazenadas em um banco de dados de dois Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), o ArcGIS, versão 10.2 (licença adquirida pela Universidade Federal do Piauí), e QGIS, versão 2.14, que possibilitaram o mapeamento das unidades de paisagem da Bacia do rio Piracuruca. Deve-se mencionar que esse mapeamento demandou atividade de campo, realizada nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, para validação dos mapas produzidos.

Para refinamento dos dados de precipitação e construção do balanço hídrico foi utilizado o pacote de programas USUAIS, conforme sugerem Oliveira e Sales (2016), com aplicação das seguintes rotinas:

- ✓ FALHAS, que associado à técnica de ponderação regional proposto por Tucci (1993), permitiu a correção de falhas nos dados pluviométricos;
- ✓ CRIATEMP, criação de arquivo para cada posto pluviométrico;
- ✓ CRIACHUV, inserção e gravação dos dados de precipitação média mensal;
- ✓ BHVMED, geração do valor médio das variáveis do balanço hídrico.

Para realização do mapeamento das unidades de paisagem tomou-se como base o MDE SRTM, particularmente as cotas altimétricas e as classes de

declividade do relevo, considerando as classes de declividade definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2009). Destaca-se, ainda, que foi considerado nesse mapeamento os limites das formações geológicas, rede de drenagem, associações de solos e fisionomia da cobertura vegetal, bem como uso da terra, cujo manuseio dos dados foi realizado no ArcGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A integração das variáveis ambientais, que tomou como base o critério topomorfológico, que foi associado ao emprego de SIG e trabalho de campo, possibilitou o reconhecimento e mapeamento de 10 unidades de paisagem na Bacia do rio Piracuruca, que foram agrupados em duas classes de morfogênese (Figura 2): formas de dissecação (platô do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos parcialmente dissecados do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos moderadamente dissecados do Planalto da Ibiapaba, rebordos erosivos fortemente dissecados do Planalto da Ibiapaba, depressão monoclinial dissecada, depressão aplainada conservada, interflúvios tabulares, morros e colinas); formas de acumulação (fundos de vales associados à área de inundação, planícies fluviais). Em seguida serão detalhadas cada uma das unidades de paisagem mapeadas, onde dar-se-á ênfase a caracterização e apresentação das potencialidades e limitações ao uso humano.

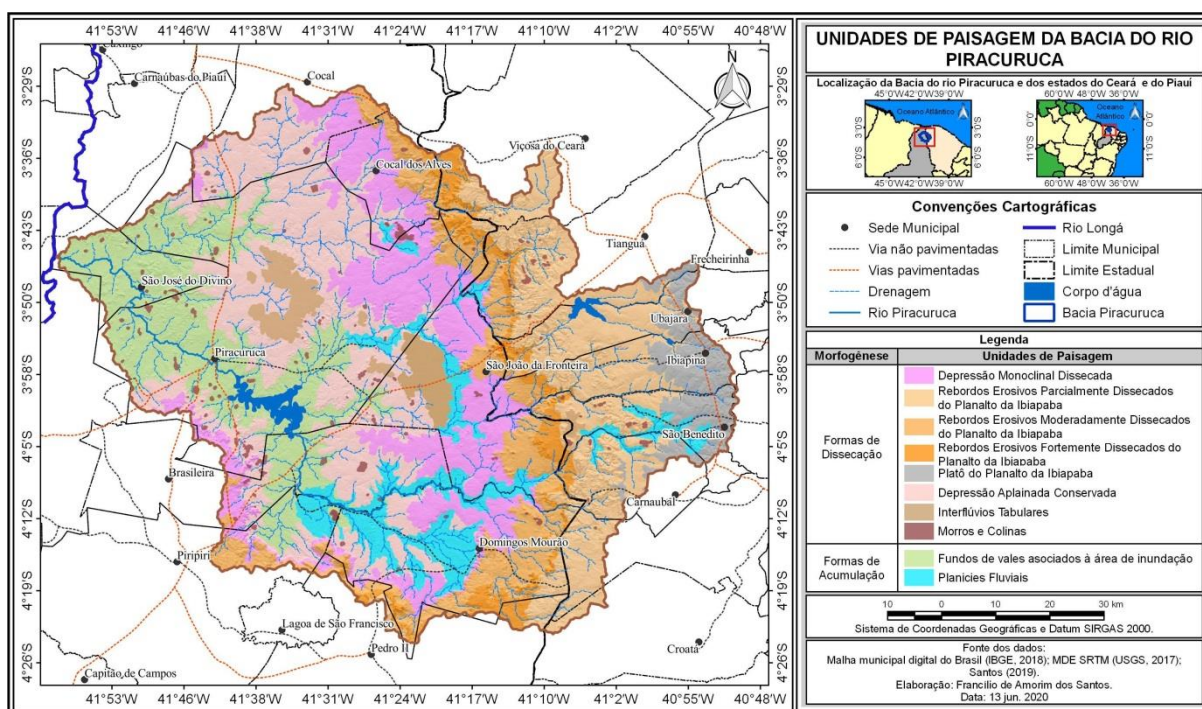


Figura 2. Unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP). **Fonte:** Santos (2019).

Formas de dissecação

As formas dissecadas estão associadas a processos de atuação dos rios, particularmente àqueles que acompanham o mergulho das camadas litológicas, ou seja, rios consequentes, localizados na borda ocidental do Planalto da Ibiapaba, e que promovem o intenso desgaste do relevo. Desse modo, a seguir serão apresentadas as oito unidades de paisagem mapeadas nesse grupo.

Platô do Planalto da Ibiapaba

Situado no topo do Planalto da Ibiapaba, essa unidade de paisagem ocupa área de 4,5% (349,7 km²), cuja superfície é formada pelos arenitos do Grupo Serra Grande, marcados pelo processo de erosão fluvial, oriundas das nascentes dos rios e riachos de primeira e segunda ordem formadores da Bacia do rio Piracuruca. A área apresenta predominância de relevo plano (declividades entre 0 a 3%) a suave ondulado (declividades entre 3 a 8%) e as maiores elevações dentre todos os sistemas, variando de 825 a 965 m.

Possui, por sua vez, as melhores condições climáticas, com total pluviométrico médio situado entre 1.360 a 1.710 mm anuais, evapotranspiração potencial de 903 a 1.203 mm anuais, temperatura média anual de 20° a 23°C, 0 a 3 meses secos, excedente hídrico médio de 600 a 1.000 mm anuais e um déficit médio de 30 a 230 mm anuais. Os referidos aspectos climáticos favorecem o amadurecimento dos solos que, por sua vez contribuem para o crescimento da vegetação de maior porte, a exemplo da mata plúvio-nebular.

O processo de pedogênese resultou na formação de Latossolo Amarelo (INDE, 2014), que possibilitou o desenvolvimento de caatinga arbórea e mata plúvio-nebular. Nesse sentido, pode-se afirmar que o relevo plano, com declividades inferiores a 3%, e as condições edáficas da área compreendem potencial para a produção de cultivos temporários, a exemplo da cana-de-açúcar e permanentes, como a bananicultura, e desenvolvimento de pecuária extensiva. Ao passo que ocorrem nessa unidade paisagem áreas que deveriam ser protegidas como áreas de preservação permanente (APPs), a exemplo das áreas do entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, conforme aponta o Código Florestal (BRASIL, 2012).

Rebordos erosivos parcialmente dissecados do Planalto da Ibiapaba

Os rebordos erosivos parcialmente dissecados do Planalto da Ibiapaba representam uma superfície com caimento topográfico em direção a sinéclise do Parnaíba. Essa unidade de paisagem estende-se por 16,4% (1.263,7 km²) da bacia estudada e exibe expressivas marcas da ocorrência do processo de dissecação efetuado pelos cursos fluviais consequentes sobre os arenitos do Grupo Serra Grande.

Destaca-se que as cotas altimétricas apresentam valores que variam de 505 a 825 m, enquanto seu relevo possui declividades que variam de plano (declividades entre 0 a 3%) a suave ondulado (3 a 8%), na parte mais a montante, e ondulada a

forte ondulado, nos festonamentos ou entalhes originados do processo de dissecação realizado pelos rios.

Ressalta-se que nesse sistema está situado o açude Jaburu I, que se constitui de grande relevância para o desenvolvimento econômico dos municípios situados no Planalto da Ibiapaba. Os rebordos parcialmente dissecados apresentam pluviometria média anual que varia de 1.060 a 1.560 mm, evapotranspiração potencial média anual de 903 a 1.403 mm, temperatura média anual de 20° a 25°C, 1 a 5 meses secos ao longo do ano, excedente hídrico médio anual de 400 a 1.000 mm e déficit hídrico médio de 30 a 330 mm anuais.

Os níveis elevados de precipitação, desgastando os arenitos do Grupo Serra Grande, associados aos rios consequentes, que realizam o transporte dos sedimentos, possibilitaram a formação de diversificado mosaico de solos. Desse modo, foi possível identificar os seguintes tipos de solos nesse sistema (INDE, 2014): Gleissolos, Latossolos e Neossolos. Esses possibilitam o desenvolvimento de caatinga arbustiva associada à vegetação herbácea.

Esta unidade de paisagem apresenta algumas potencialidades, a saber: topo com relevo plano, que permite o aproveitamento da agropecuária; presença do açude Jaburu I, que gera a possibilidade para o desenvolvimento de fruticultura; excelente potencial de recarga hídrica superficial e subterrânea, devido aos elevados totais pluviométricos; solos com distinta fertilidade, com potencial para efetivação de diversos cultivos, principalmente, fruticultura e cultivos temporários, como a cana-de-açúcar. Entretanto, devem-se atentar as limitações dos solos identificados e as APPs ligadas às vertentes com declividades superiores a 46,6%, situadas no entorno do açude Jaburu I e das nascentes e margens dos cursos fluviais.

Rebordos erosivos moderadamente dissecados do Planalto da Ibiapaba

Os rebordos moderadamente dissecados do Planalto da Ibiapaba são uma continuação da vertente ocidental do Planalto, estando o sistema diretamente em contato com a depressão monoclinial, ocupando uma área de 9,1% (702,1 km²). Ressalta-se que esse sistema se encontra assentado sobre arenitos de diferentes resistências, sendo os mais resistentes os das Formações Cabeça e Grupo Serra Grande, enquanto os arenitos da formação Pimenteiras são mais friáveis, fato que resulta em maior desgaste da vertente e formação de festonamento mais profundos.

Essa unidade de paisagem forma um arco, que se inicia nas vertentes do Grupo Serra Grande, no município de Carnaubal (CE) em direção a Domingos Mourão (PI), e segue rumo à Formação Cabeças, passando pelos municípios de Pedro II (PI) e Piripiri (PI). Ao longo da encosta do rebordo, passa-se de declividades que variam de plano (declividades entre 0 a 3%) junto ao topo a forte ondulado (declividades entre 45 a 75%) para jusante. Ressalta-se que a variação altimétrica do relevo situa-se entre 185 a 425 m.

No que diz respeito aos condicionantes climáticos, a unidade apresenta pluviometria média anual de 860 a 1.460 mm, evapotranspiração potencial média

anual entre 1.103 a 1.603 mm, temperaturas médias anuais de 22° a 26°C, 2 a 7 meses secos ao longo do ano, excedente hídrico médio anual de 100 a 700 mm e déficit hídrico de 130 a 730 mm anuais médios.

Ocorrem na unidade em questão os Argissolos, Latossolos, Neossolos e Plintossolos (INDE, 2014), que são recobertos por caatinga arbustiva aberta. Destaca-se que o relevo suave ondulado (3 a 8%) associado aos Argissolos e Latossolos possibilita o desenvolvimento de cultivos, principalmente os temporários. A unidade apresenta, ainda, potencial para instalação de parques eólicos, desde que realizados estudos para avaliação dos impactos ambientais derivados dessa atividade. Por outro lado, deve-se atentar para a presença dos trechos com ocorrência de nascentes e relevo íngreme, classificados pelo Código Florestal (BRASIL, 2012) como APPs, fato que demanda ações para preservação.

Rebordos erosivos fortemente dissecados do Planalto da Ibiapaba

Esse sistema está alicerçado sobre os arenitos da Formação Cabeças e Grupo Serra Grande (CPRM, 2006^a; 2006b), ocupa uma área de 4,4% (337,5 km²) e apresenta expressivas marcas do processo de dissecação efetuado pelos rios consequentes. Na figura 3 pode ser observada um trecho dos rebordos fortemente dissecados, localizado na Serra dos Matões, no município de Pedro II, onde se visualiza dois elementos bem distintos: a cornija, desnuda e capeada por crosta ferruginosa; e o depósito de tálus, que é a área de acumulação de sedimentos oriundos do processo de erosão dos arenitos da Formação Cabeças na cornija acima. Cabe salientar que a Serra dos Matões resguarda diversas nascentes perenes do rio Piracuruca dos afluentes desse rio.

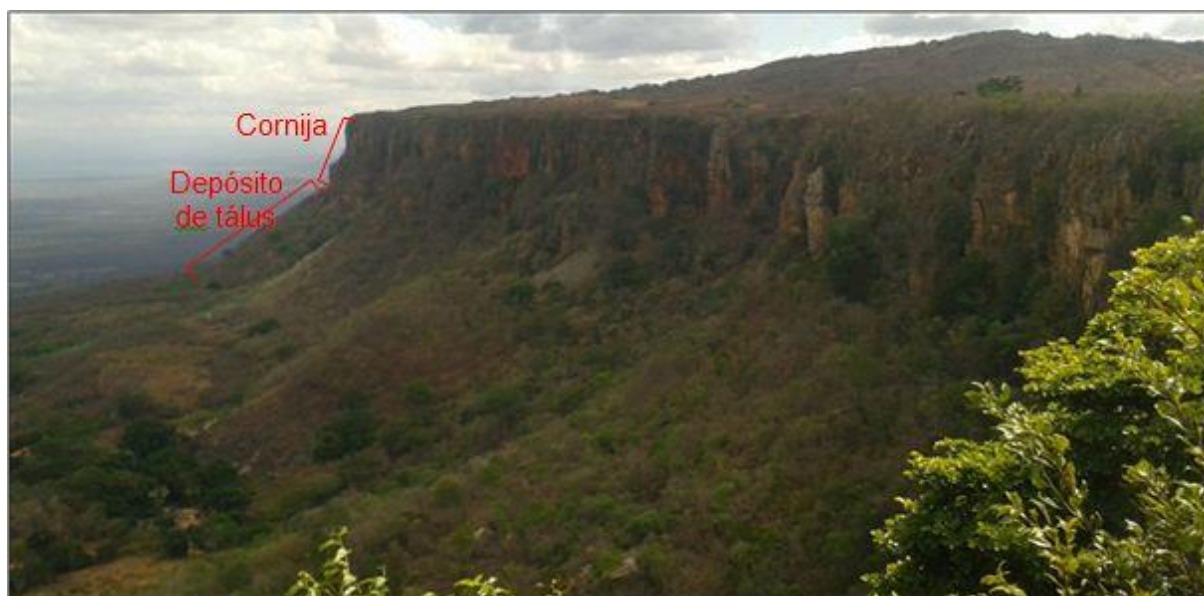


Figura 3. Borda da Sul da Serra dos Matões (Morro do Gritador), rebordos erosivos fortemente dissecados da formação Cabeças/Pedro II (PI). **Fonte:** Foto de arquivo pessoal (2017).

Os rebordos fortemente dissecados exibem relevo bastante íngreme, cuja declividade varia de suave ondulado a montanhoso (declividades entre 3 a 75%), sendo que a primeira classe ocorre principalmente à montante, enquanto a segunda está associada às vertentes, enquanto as cotas altimétricas variam de 345 a 585 m.

Na referida unidade de paisagem os níveis de precipitação oscilam entre 960 a 1.460 mm anuais médios, a evapotranspiração potencial é de 1.103 a 1.403 mm anuais médios, as temperaturas médias anuais são da ordem de 22° a 25°C, 2 a 7 meses secos em média ao longo do ano, o excedente e déficit hídrico médio anual varia de 200 a 700 mm e 130 a 630 mm, respectivamente. A atuação desse elevado volume de precipitação promoveu o desgaste das rochas areníticas e, posterior, transporte pela rede de drenagem consequente.

Ressalta-se que quando a rocha matriz não está exposta, o solo nessa unidade é representado pelo Neossolo (INDE, 2014), devido à reduzida atuação dos processos pedogenéticos, esse solo é recoberto por vegetação esparsa ou caatinga arbustiva aberta. Nessa unidade de paisagem evidencia-se a necessidade de desenvolvimento de mais ações voltadas à conservação que aquelas voltadas ao seu uso, particularmente devido ao solo pouco desenvolvido, as altas declividades e a presença de diversas nascentes do rio Piracuruca. Ressalta-se, ainda, que mesmo a Serra dos Matões (Morro do Gritador) que já se encontra em uso para o turismo, indica-se a criação de uma unidade de conservação para preservação das nascentes dos afluentes do rio Piracuruca. Por outro lado, destaca-se que o referido ambiente apresenta notório potencial para a instalação de parques eólicos, devido aos ventos alísios que sopram em vertente a barlavento, de leste para oeste.

Depressão monoclinal dissecada

A depressão monoclinal abrange 15,1% (1.161,8 km²) da área estudada e está associada às bordas do Grupo Serra Grande, que recapeia a Formação Pimenteiras, e vai até a Formação Cabeças (CPRM, 2006a; 2006b). A depressão exhibe relevo bastante dissecado oriundo da atuação dos rios consequentes e declividade que varia de plana, no topo, a forte ondulada em suas vertentes, enquanto as cotas altimétricas ficam entre 105 a 265 m.

O volume pluviométrico nesse sistema oscila entre os 860 a 1.460 mm médios anuais, com evapotranspiração potencial médio anual da ordem de 1.203 a 1.603 mm, temperaturas entre 23° a 27°C, 3 a 7 meses secos em média ao longo do ano, excedente hídrico médio de 200 a 600 mm anuais e déficit hídrico médio anual de 230 a 730 mm.

As condições ambientais dessa unidade de paisagem resultaram na formação de Argissolos, Neossolos e Plintossolos (INDE, 2014), que são recobertos por caatinga arbustiva densa no setor norte, enquanto a caatinga aberta e o carrasco ocorrem na parte central e sul. No ambiente de depressão monoclinal evidenciam-se distintas potencialidades, a saber: relevo plano, solos com razoável potencial para o desenvolvimento de cultivos temporários e/ou permanentes, elevados totais pluviométricos, baixa perda de água via evapotranspiração e baixo déficit hídrico.

Dentre as potencialidades do referido ambiente, destaca-se o Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), cuja litologia arenítica proveniente da Formação Cabeças e feições geomorfológicas de aspecto ruiniforme são utilizados para prática turística. Os arenitos existentes no parque apresentam-se cimentados por material silicoso e estão profundamente entalhados, devido aos riachos presentes no PN7C. Ressalta-se que o relevo bastante dissecado resulta na formação de morros, a exemplo da Serra da Descoberta (Figura 4A). Outro aspecto a ser destacado diz respeito à formação de polígonos na superfície rochosa destes morros (Figura 4B), que de acordo com Bigarella et al. (1994), está associado ao processo de deposição e passagem da água nas diaclases, fissuras e poros da rocha.

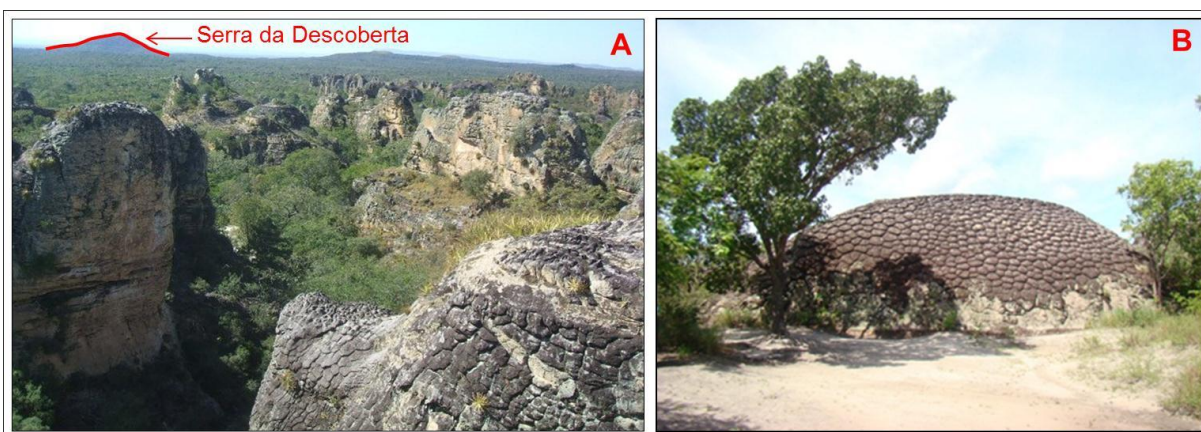


Figura 4. Relevo do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), estado do Piauí. **A:** vista do mirante, relevo ruiniforme e a Serra da Descoberta, ao fundo; **B:** efeitos da poligonização, Pedra da Tartaruga. **Fonte:** Foto de arquivo pessoal (2017).

Nesse ambiente, deve-se atentar, também, às características do setor centro-sul que apresenta distintas limitações, a saber: relevo forte ondulado, presença de solos pouco intemperizados, rigorosas condições climáticas, a exemplo do baixo volume de chuva, altas temperaturas, significativas perdas de água via evapotranspiração e baixa recarga dos rios e lençóis subterrâneos.

Depressão aplainada conservada

A referida unidade ocupa 22% (1.691,7 km²) da Bacia pesquisada e é fruto da atuação de processos erosivos na vertente ocidental do Planalto da Ibiapaba, resultando em extensa superfície aplainada. A depressão conservada assenta-se sobre os depósitos colúvio-eluviais e os arenitos, folhelhos e siltitos, originários das Formações Cabeças, Pimenteiras e Serra Grande (CPRM, 2006b). A unidade de paisagem, supracitada, possui relevo plano a suave ondulado (declividades inferiores a 8%) e cotas altimétricas que variam de 105 a 185 m.

A unidade de paisagem em questão possui níveis pluviométricos médios de 960 a 1.360 mm anuais, evapotranspiração potencial média de 1.303 a 1.603 mm anuais, temperaturas médias anuais de 24° a 27°C e 3 a 7 meses secos médios ao longo do ano, excedente hídrico médio anual de 100 a 600 mm e déficit médio de 230 a 730 mm anuais. Esses aspectos climáticos condicionam um ambiente seco,

que favorecem a ocorrência de intemperismo físico, com recuo da vertente do Planalto da Ibiapaba, desagregação das rochas, transporte do material decomposto para as partes mais baixas e perda de cobertura vegetal.

O processo de pedogênese nessa unidade resultou na formação de Argissolos, Latossolos, Neossolos, Planossolos e Plintossolos (INDE, 2014), que devido às condições climáticas secas atuais, apresentam desenvolvimento que possibilita o desenvolvimento de vegetação arbustiva densa, principalmente. Nesse sentido, a presença de relevo plano, totais de precipitação significativas e o mosaico de solos com distintas perspectivas possibilitam os cultivos agrícolas, a exemplo da lavoura temporária de milho e soja, e pecuária extensiva. Entretanto, devem ser observadas a presença de litologia friável que exhibe menor resistência ao intemperismo, solos pouco desenvolvidos e o déficit hídrico em alguns locais como condições limitantes ao uso humano, principalmente agricultura temporária e pecuária.

Interflúvios tabulares

A ocorrência dessa unidade de paisagem dá-se por 2,9% (221,1 km²), onde se podem destacar dois grandes interflúvios, o primeiro localizado nos limites do município de São João da Fronteira (PI), entre a rede de drenagem do rio Catarina e do Pejuaba. Ao passo que o segundo interflúvio, denominado Morro Grande, separa a rede de drenagem dos rios Jacareí e Catarina, entre as localidades Jenipapeiro e Cajazeiras, no município de Piracuruca (PI), ou seja, são essas elevações residuais, fruto da dissecação fluvial, que separam as Sub-bacias tributárias do rio Piracuruca.

Essa unidade situa-se sobre os depósitos sedimentares do Neógeno, de constituição areno-argilosa, e dos arenitos originados das Formações Cabeças e Pimenteiras e Grupo Serra Grande (CPRM, 2006b). Os interflúvios exibem topos planos, a exemplo do Morro Grande, e vertentes convexas com declividades que não ultrapassam 20% de inclinação. Ressalta-se que os interflúvios localizam-se em áreas com altitudes que variam de 105 a 185 m.

No que concerne às condições climáticas os interflúvios em questão apresentam totais pluviométricos médios da ordem de 1.260 a 1.360 mm anuais, evapotranspiração média de 1.203 a 1.603 mm por ano, temperaturas médias anuais de 23° a 27°C, 3 a 4 meses secos em média, excedente hídrico médio de 400 a 600 mm anuais e déficit médio de 230 a 430 mm anuais. Essas características criaram um ambiente que possibilitou a atuação do processo de dissecação das rochas mais frágeis, com produção de sedimentos que foram transportados para as áreas de planícies e fundos de vale.

Por sua vez, foram identificados os seguintes tipos de solos (INDE, 2014): Argissolos, Neossolos e Plintossolos. Esses solos jovens, oriundos da dissecação e transporte de sedimentos, possibilitaram o desenvolvimento de caatinga de diferentes fisionomias, cujo porte varia de arbustiva aberta à densa. Desse modo, apontam-se como potencialidades os topos planos e condições climáticas menos rigorosas, fato que permite o desenvolvimento de pecuária extensiva, principalmente. Por outro lado, deve-se atentar para a presença de solos rasos e

muito suscetíveis a processos erosivos e, ainda, as APPs ligadas aos topos de morros com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25°, de acordo com o Código Florestal (BRASIL, 2012).

Morros e colinas

Essa unidade de paisagem encontra-se disperso por 0,7% (55,2 km²) da Sub-bacia estudada, cuja constituição litológica está associada aos arenitos, folhelhos e siltito das formações de natureza sedimentar. A referida unidade apresenta elevações com topo convexo (Figura 5), cujo relevo é oriundo do processo erosivo em rochas de resistência distinta daquela do seu entorno, resultando em testemunho do recuo da vertente ocidental do Planalto da Ibiapaba. As áreas onde podem ser identificados os morros e colinas ocorrem em altitude de 25 a 825 m, embora ambas as feições não ultrapassem 150 m de amplitude altimétrica. Suas declividades oscilam entre 3 a 45%, ou seja, relevo suave ondulado a forte ondulado.



Figura 5. Morro com vertentes expostas, situado às margens da Rodovia BR-222, localizado no município de São João da Fronteira (PI). **Fonte:** Foto de arquivo pessoal (2017).

Os morros e colinas estão dispersos por toda a Bacia. As condições climáticas onde se formaram exibem volume pluviométrico médio de 860 a 1.460 mm anual, perdas de água por evapotranspiração média de 1.103 a 1.643 mm anuais, temperatura média anual de 22° a 27°C, 2 a 7 meses secos em média, excedente hídrico médio de 100 a 700 mm anuais e déficit médio que se situa entre 130 a 730 mm anuais. Esses aspectos atuaram diretamente na conformação dessa unidade de paisagem, particularmente atuando com maior intensidade nas rochas mais frágeis.

Os morros e colinas situam-se em áreas com presença de Chernossolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos, Planossolos Plintossolos e Vertissolos (INDE, 2014). Esses solos em sua maioria de natureza imatura e pouco férteis constituem substrato para o crescimento de caatinga arbustiva aberta ou densa. Um dos possíveis usos para este compartimento seria geoturístico, notadamente como o desenvolvimento de trilhas pelas formas ruiformes, fato que demanda realização de estudos para à definição de geossítios e, como tal, a geoconservação de

grafismos rupestres nessas áreas. Por outro lado, as limitações estão associadas aos topos de morros com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 46,6%, que compreendem APPs, conforme aponta o Código Florestal (BRASIL, 2012).

Formas de acumulação

As unidades de paisagem pertencentes a esse grupo são fruto do acúmulo de sedimentos provenientes de processos erosivos e de dissecação ocorridos na litologia componente do Planalto da Ibiapaba, cujos sedimentos foram acumulados por meio do transporte fluvial (aluvial) e/ou de natureza colúvio.

Fundos de vales associados à área de inundação sazonal

Os fundos de vales, mapeados considerando o MDE SRTM, as cotas altimétricas e a rede de drenagem, estão ligados às áreas de inundação dos rios Piracuruca e Jacareí, que abrange 16,3% (1.256,1 km²), sendo formados por sedimentos que foram depositados sobre rochas das seguintes Formações: Sardinha, de natureza vulcânica e maior resistência; e Pimenteiras e Cabeças, de natureza sedimentar e resistências distintas. Estes sedimentos são depósitos colúvies, proveniente do intemperismo atuante sobre a Formação Pimenteiras (CPRM, 2006a).

Maior parte dessa unidade de paisagem situa-se no município de Piracuruca e abrange a foz de importantes afluentes: rio Piracuruca; rio Catarina e rio Pejuaba. Cabe salientar que o rio Piracuruca apresenta canal fluvial cujo entalhe nos arenitos da Formação Cabeças resultou em um vale encaixado, estreito e com presença de feições de dissolução no leito rochoso (Figura 6). Os fundos dos vales dos rios Piracuruca e Jacareí situam-se em áreas de relevo pouco acidentado, com declividades que variam de plano a suave ondulada (declividades entre 3 a 8%) e cotas altimétricas entre 25 a 185 m.



Figura 6. Vale do rio Piracuruca, encaixado nos arenitos da Formação Cabeças, em área próxima a fazenda Provesor, no município de Piracuruca (PI). **Fonte:** Foto de arquivo pessoal (2017).

Destaca-se que nesse ambiente localiza-se o barramento do rio principal, configurando-se em grande riqueza hídrica para o desenvolvimento econômico da região. Os totais pluviométricos médios anuais variam de 1.060 a 1.360 mm, evapotranspiração de 1.303 a 1.643 mm, temperaturas médias anuais de 24° a 27°C, 3 a 5 meses secos ao longo do ano, excedente hídrico médio anual de 300 a 500 mm e déficit de 230 a 530 mm anual médio. Ressalta-se que interanualmente a vazão do rio sofre alterações, fruto do concentrado volume de chuvas de janeiro a abril, provocando aumento da vazão e, como tal, aumento da cota do rio e do risco de inundação. Ao passo que no segundo semestre essa vazão é significativa reduzida, tornando a barragem, ainda, mais importante no abastecimento para consumo humano e atividades agropecuárias.

O processo pedogenético atuante na área da unidade resultou nos seguintes tipos de solos: Argissolos, Chernossolos, Plintossolos, Neossolos e Vertissolos (INDE, 2014). Os referidos solos possibilitam o desenvolvimento de vegetação de fisionomias variadas, desde a presença de carnaubal a caatinga arbustiva aberta (Figura 7) e densa, essa última situada principalmente às margens dos principais cursos fluviais que se localizam nessa unidade.



Figura 7. Área de inundação sazonal, com área de transição entre carnaubal e caatinga arbustiva aberta, ao fundo, às margens da PI-311, município de São José do Divino (PI).

Fonte: Foto de arquivo pessoal (2017).

As potencialidades dessa unidade de paisagem estão ligadas ao seu relevo plano a suave ondulado (declividades inferiores 8%), presença de alguns tipos de solos com propriedades para o desenvolvimento de cultivos agrícolas, a exemplo da fruticultura. Nessa unidade está localizada a represa no rio Piracuruca, que possibilita o desenvolvimento de cultivos irrigados. Outra perspectiva para o desenvolvimento de atividades econômicas está relacionada à pecuária, posto que há predomínio de áreas planas e possibilidades para o plantio de pastagem. Ressalta-se, ainda, o potencial para o geoturismo, a partir do uso da geodiversidade local, com destaque para o relevo ruiforme.

Por outro lado, esta unidade de paisagem exibe condições limitantes ao uso, a exemplo das áreas próximas aos cursos fluviais que inundam no período chuvoso, presença de solos pouco desenvolvidos, significativa perda de água por meio do processo de evapotranspiração e altas temperaturas médias, fato que demanda elaboração de planejamento e execução de manejo adequado.

Planícies fluviais

Inicialmente, destaca-se que esse ambiente constitui área de acúmulo de sedimentos e distribui-se por 8,6% (665 km²) na área. No que diz respeito a sua litologia, ressalta-se que as planícies fluviais estão assentadas sobre os arenitos das Formação Pimenteiras e Grupo Serra Grande (CPRM, 2006a; 2006b). As planícies identificadas estão localizadas nos fundos dos vales dos rios Jacareí, Catarina, Arabé e São Francisco. Essas áreas apresentam relevo plano a suave ondulado (declividades inferiores a 8%) e ocorrem em altitudes que podem variar de 25 a 185 m, situadas nas áreas rebaixadas e com condições climáticas mais secas, e 585 a 905 m, localizadas no platô do Planalto da Ibiapaba e com clima úmido.

Em relação às condições climáticas, as planícies fluviais exibem as seguintes características médias anuais: 860 a 1.560 mm de precipitação, evapotranspiração

de 1.103 a 1.503 mm, temperaturas de 22° a 26°C, 2 a 7 meses secos, excedente hídrico de 100 a 800 mm e déficit de 130 a 730 mm.

As planícies estão associadas à presença de Planossolos (INDE, 2014), formados em relevo plano (declividade inferior a 3%), são recobertos por vegetação arbustiva aberta ou densa. Esses ambientes são utilizados de formas diferenciadas, a saber: em área de clima mais seco é desenvolvida a prática da pecuária; as áreas mais úmidas são usadas para o desenvolvimento dos cultivos temporários, a exemplo da cana-de-açúcar associada a outros cultivos (Figura 8).



Figura 8. Cultivo temporário de cana-de-açúcar e feijão, desenvolvido na planície do rio São Francisco, no município de São Benedito (CE). **Fonte:** Foto de arquivo pessoal (2017).

Destaca-se que nessa unidade de paisagem as potencialidades estão associadas ao solo, relevo plano a suave ondulado, condições climáticas menos rigorosas, fato que possibilita o desenvolvimento de cultivos agrícolas. Por outro lado, as condições climáticas rigorosas em alguns trechos, particularmente as perdas de águas por evapotranspiração e a ocorrência de inundações configuram as limitações ao uso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento e a caracterização elaborados a partir do emprego de arquivos alfanuméricos, vetoriais e matriciais, associados ao emprego de Sistemas de Informações Geográficas e trabalho de campo, permitiram reconhecer 10 unidades de paisagem na Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca. Essas unidades foram agrupadas em formas de dissecação e formas de acumulação, tomando-se como base as cotas altimétricas e as classes de declividade para individualização de unidades de análise.

As unidades de paisagem mapeadas são resultado de intensos processos de dissecação do relevo, fruto da atuação de sua rede de drenagem, gerando em extensas áreas aplainadas e/ou formas erosivas. Ao passo que as condições climáticas da Bacia são diversificadas, cujas áreas mais elevadas apresentam-se mais úmidas e com menor rigor climático em relação à umidade e temperatura.

Os processos pedogenéticos atuantes na área geraram mosaico de solos que são bem trabalhados, profundos e com boa drenagem, em contraposição aos solos jovens, rasos e arenosos. As condições edáficas possibilitaram o desenvolvimento de mata plúvio-nebular, a caatinga arbustivo-arbórea e carrasco, além do carnaubal.

Em termos de potencialidades, as unidades mapeadas, de modo geral, apresentam extensas áreas planas, solos com boa fertilidade e totais pluviométricos significativos que possibilitam o desenvolvimento de atividades agrícolas. As feições geomorfológicas presentes na área demandam criação de estratégias para o desenvolvimento de atividades geoturísticas. Além disso, destacam-se, também, dois importantes reservatórios, o açude Jaburu I e a represa da barragem de Piracuruca, como elementos de grande potencial para o desenvolvimento da fruticultura e piscicultura, respectivamente.

Por outro lado, as unidades de paisagem exibem limitações ao uso de seus recursos, quais sejam: solos rasos, pouco desenvolvidos, arenosos e, geralmente, associados a afloramentos rochosos, que limitam o desenvolvimento de cultivos; presença de vertentes com declives forte ondulados a montanhosos, principalmente nos rebordos; nascentes e olhos d'água do rio principal e de seus afluentes que configuram-se como áreas de preservação permanente; trechos com rigor climático severo; rede de drenagem temporária, que limitam o uso desse recurso natural; e áreas de inundação sazonal.

Em suma, o estudo evidencia a demanda pela elaboração de planejamento e gestão das potencialidades e limitações ao uso presentes na Bacia do rio Piracuruca. Tal planejamento deve levar em conta as características biofísicas aqui apresentadas e definição de propostas para criação de unidades de conservação daquelas áreas mais propensas à degradação ou já com estes processos desencadeados. Ressalta-se, portanto, a necessidade de estudos para o conhecimento das vulnerabilidades inerentes a população residente na Bacia.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Francílio de Amorim dos Santos. **Metodologia:** Francílio de Amorim dos Santos. **Análise formal:** Francílio de Amorim dos Santos, Maria Lúcia Brito da Cruz, Lúcia Maria Silveira Mendes. **Pesquisa:** Francílio de Amorim dos Santos, Maria Lúcia Brito da Cruz, Lúcia Maria Silveira Mendes. **Preparação de dados:** Francílio de Amorim dos Santos. **Escrita do artigo:** Francílio de Amorim dos Santos. **Revisão:** Maria Lúcia Brito da Cruz, Lúcia Maria Silveira Mendes. **Supervisão:** Maria Lúcia Brito da Cruz, Lúcia Maria Silveira Mendes. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1985 a 2016**. 2017. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

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**, n. 20, p.177-198, 2008.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAM**: levantamento dos recursos naturais, v.02, Folha SB. 23 / 24 - Teresina / Jaguaribe; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997.

BRASIL. Novo Código Florestal. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012.

CAZULA, L.P.; MIRANDOLA, P.H. Bacia Hidrográfica - conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, n.12, Ano 7, p. 101-124, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.52, n.2, p.21-35, 1990.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

COSTA, L.B.; CUNHA, F.S.S.; LIMA, E.C. Análise geoambiental integrada da Sub-bacia Hidrográfica do Riacho Santana, como subsidio ao planejamento ambiental. **GEOTemas**, v.4, n.1, p.27-37, 2014.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapas estaduais de geodiversidade**: Ceará. Rio de Janeiro: CPRM. 2006a. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

_____. **Mapas estaduais de geodiversidade**: Piauí. Rio de Janeiro: CPRM. 2006b. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.

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. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: 2005, p.2.161-2.168.

INDE - INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPECIAIS. **Mapa de Solos da Folha SB.24 - Jaguaribe**. 2014. Disponível em:

<<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:

<http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 10 jun. 2019.

_____. **Cidades**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

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

INDE - INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPECIAIS. **Mapa de Solos da Folha SB.24 - Jaguaribe**. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>.

2014. Acesso em: 13 set. 2018.

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

PFALTZGRAFF, P.A.S.; TORRES, F.S.M.; BRANDÃO, R.L. (Org.). **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010. 260p.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208p.

SANTOS, F.A. **Resiliência ambiental a secas e a inundações na Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI)**. 268p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2019.

SILVA, J.M.O.; SILVA, E.V. Análise geoambiental do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Pirangi - CE. **Revista Geonorte**, v.3, n.4, p.593-605, 2012.

STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, Columbia, n.63, p.111-141, 1952.

SUERTEGARAY, D.M.A. Geografia física e geomorfologia: tema para debate. **Revista da ANPEGE**, Dourados, v.5, n.1, p.17-26, 2009.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE - USGS. Earth Explorer. **Digital Elevation**: SRTM 1 Arc-Second Global. 2017. Disponível em

<<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 23 nov. 2017.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0

