

Organizadores
Ernane Cortez Lima
Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Bacias Hidrográficas e Estudos Ambientais no Semiárido



Organizadores
Ernane Cortez Lima
Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Bacias Hidrográficas e Estudos Ambientais no Semiárido



SOBRAL/CE
2020





SÉRIE GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Centro de Ciências Humanas/CCH Grupo de Pesquisa e Extensão do
Semiárido/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. John Sanford, s/n – Junco – Sobral/CE

Editor da Série

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

Conselho Editorial

Profa. Dra. Vanda Claudino Sales – UVA/UFC
Profa. Dra. Cleire Lima da Costa Falcão – UECE
Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque – UFPI
Prof. Dr. José Falcão Sobrinho – UVA



Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138
Renato Parente - Sobral - CE
(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222
contato@editorasertaocult.com / sertaocult@gmail.com
www.editorasertaocult.com

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico

Marco Antonio Machado

Coordenação de Normalização e Revisão

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Revisão

Daniel Martins de Carvalho

Diagramação e capa

Éder Oliveira França

Catálogo

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967



Mestrado Acadêmico
em Geografia (MAG-UVA)



RENNEGO
Revista Nacional - Nucleo de Pesquisadores e Pós-Graduados em Geografia

B125 Bacias hidrográficas e estudos ambientais no semiárido./ Ernane Cortez Lima, Cláudia Maria Sabóia de Aquino. (Orgs.). – Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

132p.

ISBN: 978-65-87429-44-1 - papel

ISBN: 978-65-87429-37-3 - e-book - pdf

Doi: 10.35260/87429373-2020

1. Bacias hidrográficas. 2. Geografia física. 3. Semiárido. I. Lima, Ernane Cortez. II. Aquino, Cláudia Maria Sabóia. III. Título.

CDD 550

910.02



ORGANIZADORES

Ernane Cortez Lima



Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2012), com Pós-Doutorado em Geografia (Educação Ambiental aplicada a Gestão Territorial em Comunidades Ribeirinhas e Litorâneas) pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2014). Possui graduação em Geografia/Licenciatura Plena pela Universidade Federal do Ceará – UFC (1994), Especialização em Botânica pela Universidade Federal do Ceará – UFC (1994), Mestrado Acadêmico em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará – EUCE (2004). Pesquisador do CNPq, Líder do Grupo de Pesquisa Planejamento e Gestão em Bacias Hidrográficas. Atualmente é professor Adjunto K da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA com experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Bacias Hidrográficas, Meio Ambiente, Degradação Ambiental, Planejamento Ambiental e EIA/RIMA. Professor e Orientador do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA.

Cláudia Maria Sabóia de Aquino



Possui graduação em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (1999), mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2002) e doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe – UFS (2010). Atualmente é professora Adjunta da Universidade Federal do Piauí – UFPI, onde atua na pesquisa e no ensino de graduação e pós-graduação (Programa de Pós-Graduação de Geografia da UFPI), em disciplinas e temas relacionados à Geografia Física. É Editora-chefe da Revista eletrônica EQUADOR e Líder do Grupo de Pesquisa Geodiversidade, patrimônio Geomorfológico e Geoconservação (GEOCON). Coordena juntamente com o professor Dr. Gustavo Souza Valladares o Grupo de Pesquisa Geografia Física. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Análise Ambiental. Tem interesse nos temas: Ensino em Geografia Física, Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Geomorfológico, Geoconservação, Bacia Hidrográfica, Desertificação e Planejamento Ambiental.

AUTORES

Alfredo Marcelo Grigio

Prof. Dr. da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, UERN, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Ana Mesquita Paiva

Mestre em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Ana Jéssica de Sousa dos Santos

Mestre em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Professora Dra. da Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Piauí.

Edson Vicente da Silva

Professor Dr. Do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.

Ernane Cortez Lima

Professor Dr. do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Emanuel Lucas Bezerra Rocha

Engenheiro Florestal. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Animal (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte.

Francílio de Amorim dos Santos

Doutor em Geografia. Docente do Instituto Federal do Piauí / *Campus* Piripiri. Tutor do curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí / Polo Território dos Cocais

Francisco Davy Rabelo

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.

Francisco Wellington de Araújo Sousa

Mestre em Geografia, Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Piauí.

Francisca Vanessa Franco Ferreira

Mestranda em Geografia da Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Piauí.

Glécia Maria de Carvalho Sousa

Mestranda em Geografia da Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Piauí.

João Paulo de Sousa Rebouças

Mestrando em Ciências Sociais e Humanas (UERN), Prefeitura Municipal de Icapuí, Ceará.

Larissa de Pinho Aragão

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.

Livana Sousa Guimarães

Mestra em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Marco Antonio Diodato

Professor Dr. da Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Keverson Assis Soares

Engenheiro Florestal, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Kleisson Eduardo Ferreira da Silva

Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Simone Ferreira Diniz

Professor Dra. do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Wesley Kevin Souto do Vale

Bacharel em Gestão Ambiental, Mossoró, Rio Grande do Norte.

APRESENTAÇÃO

São distintos os estudos no tocante à natureza que enfatizam o ambiente semiárido e que fazem surgir valorosas pesquisas, como exemplo, os estudos das bacias hidrográficas em meio à discussão da relação sociedade e natureza.

É bom registrar que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta das condições naturais e das atividades humanas através de seus comportamentos. O resultado dessa dinâmica, sempre ativa, reflete em gerar alterações, efeitos ou impactos positivos ou negativos. De base de tal entendimento o conjunto de pesquisas apresentados em forma de artigos fortalecem a constituição desta obra.

Desse modo, a discussão do tema possibilitou a difusão do conhecimento do semiárido em uma perspectiva conceitual, técnica e metodológica e, com isso, a estimular a articulação e a troca de ideias, informações, experiências e conhecimentos entre os autores.

De sorte, os organizadores da obra foram amparados pelo Fórum Brasileiro do Semiárido, este reservou como tema principal ***“Educação, Tecnologias e Técnicas de Convivência no Semiárido”*** e reuniu profissionais de todo o país que se dedicam à pesquisa no ambiente semiárido e atuam nas áreas do ensino, pesquisa e extensão em instituições públicas, privadas e organizações governamentais e não governamentais: geógrafos, agrônomos, biólogos, engenheiros, geólogos e pedagogos, professores, pesquisadores, acadêmicos e profissionais das demais áreas voltadas para a temática do semiárido em nível nacional e internacional.

Por fim, o resultado do trabalho conjunto dos pesquisadores em fazer a presente obra foi facilmente incorporado na Série Geografia do Semiárido, a contar com o apoio do Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido (CNPq) e a Rede Norte – Nordeste de Pesquisadores da Pós-Graduação em Geografia (RENNEGEO).

Professor Dr. José Falcão Sobrinho
Editor da Série Geografia do Semiárido

Sumário

Valoração do patrimônio geomorfológico da área de proteção ambiental da bica do Ipu, Ceará.....	11
<i>Larissa de Pinho Aragão, Francisco Davy Rabelo e Edson Vicente da Silva</i>	
Uso e cobertura das terras em área drenada pelo rio riachão, no município de Santo Antônio de Lisboa/PI.....	27
<i>Glécia Maria de Carvalho Sousa, Francisco Wellington de Araujo Sousa, Francisca Vanessa Franco Ferreira e Cláudia Maria Sabóia de Aquino</i>	
Sistemas ambientais do baixo vale da sub-bacia hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI): subsídios ao planejamento ambiental.....	43
<i>Francisco de Amorim Santos</i>	
Compartimentação geocológica da sub-bacia hidrográfica do Rio Itacolomi-Ceará-Brasil.....	57
<i>Livana Sousa Guimarães e Ernane Cortez Lima</i>	
Diagnóstico socioambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Batoque, Hidrolândia-CE.....	71
<i>Ana Mesquita Paiva e Ernane Cortez Lima</i>	
Diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente do baixo curso do Rio Arrombado, Icapuí-CE.....	87
<i>Marco Antonio Diodato, Keverson Assis Soares, João Paulo de Sousa Rebouças e Emanuel Lucas Bezerra Rocha</i>	
Análise da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró-RN com o uso do índice de vegetação ajustado ao solo (savi).....	103
<i>Marco Antonio Diodato, Alfredo Marcelo Grigio, Kleisson Eduardo Ferreira da Silva e Wesley Kevin Souto do Vale</i>	
Estudo sobre a importância da sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras para Sobral-CE no contexto do semiárido.....	119
<i>Ana Jéssica de Sousa dos Santos e Simone Ferreira Diniz</i>	

VALORAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BICA DO IPU, CEARÁ

Larissa de Pinho Aragão

Francisco Davy Rabelo

Edson Vicente da Silva

1 INTRODUÇÃO

A geodiversidade refere-se à variabilidade de materiais, formas e processos físicos, pretéritos e atuais, distribuídos na superfície terrestre (GRAY, 2019), que originam paisagens e condicionam o desenvolvimento da biodiversidade (BRILHA, 2005; HJORT *et al.*, 2015; SHARPLES, 2002). A importância na identificação dos componentes da geodiversidade decorre dos inúmeros serviços geossistêmicos que estes prestam às sociedades (BRILHA, 2005; GRAY, 2019).

A valoração da geodiversidade (BRILHA, 2005; GRAY, 2004) constitui o geopatrimônio de uma determinada área, podendo ser nomeado ainda como patrimônio natural abiótico (RODRIGUES; FONSECA, 2015), o qual inclui, ainda, os geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos, entre outros (KOZLOWSKI, 2004; PEREIRA, 2007).

Ao considerar que o geopatrimônio está fundamentado nos valores atinentes à geodiversidade, o conceito de geoconservação emerge como o conjunto de medidas a serem executadas propendendo à sua manutenção (BROCKX; SEMENIUK, 2007).

Entende-se como morfopatrimônio (CLAUDINO-SALES, 2018) a associação de componentes geomorfológicos, tais como formas, depósitos e processos, em diferentes escalas, que apresentam um ou mais tipos de valor, aferidos por meio de métodos científicos e que demandam ações protetivas (PEREIRA, 2007).

Panizza (2001) define geomorfossítios como paisagens que apresentam valoração de ordens cênicas, socioeconômicas, culturais ou científicas; além de serem mantenedoras de recursos para as sociedades. Ademais, geomorfossítios ou locais de interesse geomorfológico ainda podem ser interpretados como um sistema de relações integradas entre as atividades humanas e os elementos e processos geomorfológicos (PEREIRA, 2007; PANIZZA, PIACENTE; 2008), figurando como uma possível ferramenta para a promoção de ações vinculadas ao planejamento territorial, educação ambiental e ao geoturismo (PEREIRA, 2007; VIEIRA, 2014).

O tratamento do patrimônio geomorfológico sob a perspectiva das unidades de conservação atua no desenvolvimento de estratégias de valoração, inventariação, caracterização, quantificação e divulgação dos atributos geomorfológicos das áreas protegidas, estabelecendo intervenções

**VALORAÇÃO
DO PATRIMÔNIO
GEOMORFOLÓGICO
DA ÁREA
DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DA
BICA DO IPU,
CEARÁ**

*Larissa de Pinho Aragão
Francisco Davy Rabelo
Edson Vicente da Silva*

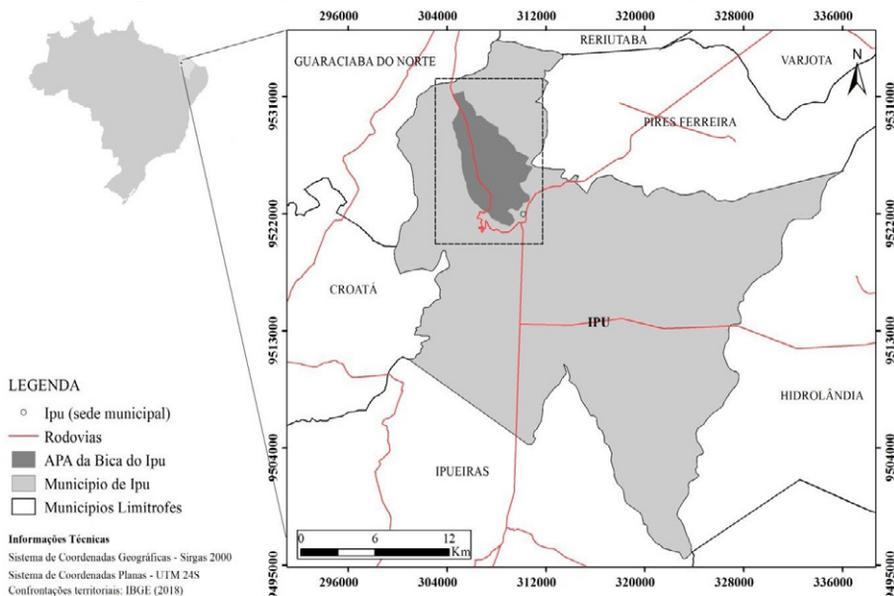
2 ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BICA DO IPU

2.1 Localização da área de estudo

O objeto de estudo corresponde a Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu, Decreto Estadual nº 25.354, de 26 de janeiro de 1999, localizada no município homônimo, noroeste do estado do Ceará, limitando-se ao norte com os territórios municipais de Pires Ferreira, Reriutaba e Guaraciaba do Norte; ao sul, com Ipueiras e Hidrolândia; a leste, com Hidrolândia e Pires Ferreira; e a oeste com Guaraciaba do Norte, Croatá e Ipueiras. E dista 257 km de Fortaleza (IPECE, 2016).

A APA está situada no noroeste de Ipu, incorporando 34,84 km² do seu território, as localidades de São Paulo, Palmeira, Mato Grosso, Guarita, São João, São Pedro, Gameleira, São Cristóvão, Pinga, Palmeirinha e Várzea do Giló (sede distrital), posicionadas nos setores elevados e serranos do município (CEARÁ, 2005), conforme situa a Figura 1.

Figura 1 – Cartograma de localização da APA da Bica do Ipu, Ceará.



Fonte: Elaboração própria (2020).

A criação da APA da Bica do Ipu baseou-se da necessidade de disciplinamento dos usos e da ocupação do solo na unidade de conservação, por meio do ordenamento e planejamento espacial, visando à conservação e preservação dos sistemas hídricos e florestais que caracterizam a área,

bem como promover os aspectos histórico-culturais, econômicas e paisagísticas locais (CEARÁ, 1999).

2.2 Contexto Geoambiental da Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu

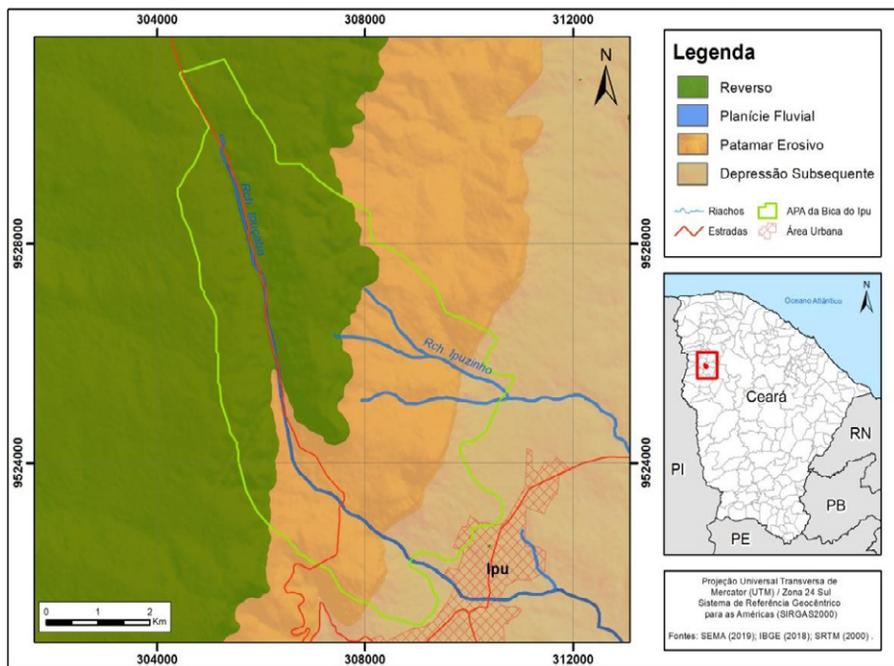
A geologia regional da APA da Bica do Ipu compreende as unidades geotectônicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, Grupo Serra Grande e da Província Borborema, Domínio Ceará Central. A Bacia Sedimentar do Parnaíba está representada pelas Formações Ipu, Tianguá e Jaicós, constituídas por arenitos, conglomerados e folhelhos, de idade siluriano-devoniana, depositados sob ambientes flúvio-glaciais a marinho raso. Com relação à Província Borborema, Domínio Ceará Central, esta agrega o Complexo Tamboril Santa Quitéria, Granitóide Santa Quitéria e o Complexo Canindé do Ceará, Unidade Ortognaisse Migmatítica. Coberturas cenozoicas inconsolidadas complementam o arranjo geológico dos terrenos (CAPUTO e LIMA, 1984; CPRM, 2018; GOÉS *et al.*, 1990).

Segundo Claudino-Sales e Lira (2011), a gênese e evolução do Planalto da Ibiapaba estão arraigadas ao (1) Ciclo Brasileiro, em função da fusão do megacontinente Panótia e produção de um assoalho dobrado, metamorfizado e plutonizado; (2) fissão do megacontinente Panótia e estruturação da Bacia Sedimentar do Parnaíba; (3) fissão do megacontinente Pangeia com reativações de antigas zonas de cisalhamento e soerguimento de terrenos; e, (4) às variações climáticas cenozoicas, orientando os processos erosivos por climas secos.

O Planalto da Ibiapaba apresenta-se como um extenso planalto com disposição geral no sentido norte-sul e caimento gradativo para oeste (BRANDÃO, 2014). Trata-se de um relevo cuestiforme, dissimétrico, com a escarpa contatando rochas do embasamento cristalino e sedimentar do Grupo Serra Grande (CEARÁ, 2005; SOUZA, 1988).

Claudino-Sales e Lira (2011) argumentam que o Planalto da Ibiapaba, na realidade, assume a forma de um *Glint*, haja vista que as rochas cristalinas fazem contato tanto com rochas do embasamento pré-cambriano da depressão subsequente, quanto sustentam as sedimentares do Grupo Serra Grande, em posição de vertente. Penteado (1980) compartimenta os relevos cuestiformes em depressão ortoclinal ou subsequente, reverso e *front*, neste último ainda se identificam as feições do tipo cornija e depósito de tálus, mapeados e ilustrados nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Mapa das feições do relevo da APA da Bica do Ipu.



Fonte: Elaboração Própria (2020).

Em face da sua disposição geográfica no Planalto da Ibiapaba, a APA da Bica do Ipu insere-se no domínio morfoclimático das serras úmidas e subúmidas, submetidos às influências de mesoclimas de altitudes (AB'SA-BER, 1974). O quadro climático apresenta chuvas mais abundantes e regularmente mais bem distribuídas se comparadas com o restante do Ceará (SOUZA; OLIVEIRA; 2006).

A espacialização dos tipos florísticos na APA da Bica do Ipu está condicionada aos diferentes estratos topográficos que ocorrem em seu território. No reverso, sentido ao Piauí, distingue-se o carrasco; a leste, confrontando com a depressão subsequente cearense, desenvolvem-se caatingas; e, no rebordo erosivo, observa-se a mata subcaducifólia associada com a caatinga arbórea densa, ambas degradadas. Fortemente degradada se encontra, também, a floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular, vegetação original da borda do reverso (CEARÁ, 2005; SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

Figura 3 – Feições do relevo na APA da Bica do Ipu, Ceará.



A – Planície fluvial do Ipuçaba; B – Patamar erosivo ou reverso imediato; C – Depressão subsequente; D – Reverso; E – Cornija; F – Tálus. **Fonte:** Elaboração Própria (2020).

Os terrenos da APA da Bica do Ipu mostram-se suaves a fortemente ondulados, nos quais as redes de drenagens dos riachos Ipuçaba e Ipuzinho vertem em sentido ao Ceará (CEARÁ, 2005). Os solos predominantes são os latossolos vermelho-amarelos, formados a partir da lixiviação das rochas sedimentares, ocorrendo nas topografias planas dos interflúvios tabulares; argissolos vermelho-amarelos, correspondendo aos produtos das rochas cristalinas sotopostas ao Grupo Serra Grande, distribuídos no reverso imediato ou na frente da escarpa; e, neossolos quartzarênicos, derivados das rochas areníticas situadas na porção subúmida do reverso propriamente dito (CEARÁ, 2005; SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

3 METODOLOGIA

Para a valoração do patrimônio geomorfológico da APA da Bica do Ipu, a presente pesquisa adotou as orientações propostas por Pereira (2007), quanto aos atributos a serem considerados para o levantamento patrimonial do quadro geomorfológico de uma área, sistematizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores do patrimônio geomorfológico.

Científico	O valor científico está associado à investigação científica em geomorfologia, mediante a quantidade e qualidade de trabalhos realizados na área; bem como seu potencial como ferramenta didática para a explicação dos fatos, formas e processos geomorfológicos para o público em geral.
Ecológico	O valor ecológico enquadra-se no domínio biogeomorfológico, o qual considera as relações entre as geoformas e o ambiente natural biótico.
Cultural	O valor cultural está baseado nas relações entre as atividades humanas e as geoformas, sob as perspectivas artística, etnográfica, histórica, espiritual e mitológica.
Estético	O valor estético relaciona-se as paisagens que apresentam elevada beleza cênica, podendo ser aferidos por meio da dimensão das geoformas, estado de conservação, contraste de elementos geomorfológicos, cores e as interações com outros componentes, tais como culturais e de vegetação.
Econômico	O valor econômico integra as potencialidades das geoformas para a promoção do desenvolvimento econômico. Nesta perspectiva, estão às atividades atinentes ao turismo e desportos, como espeleologia, parapente, escalada, esqui, canoagem etc.

Fonte: Sistematizado de Pereira (2007).

Sob o ponto de vista do itinerário metodológico, este trabalho foi desenvolvido em quatro etapas, que consideraram: (1) Levantamentos bibliográficos em livros, artigos, teses, que reportavam sobre as temáticas Geodiversidade, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação; e, cartográficos, com a produção do mapa das unidades do relevo, com fins de reconhecimento preliminar da área; (2) Trabalhos de Campo, com identificação das feições geomorfológicas e valoração patrimonial, integrados à aquisição do acervo fotográfico; (3) Análises de gabinete, com a sistematização e tratamento das informações obtidas em campo, substanciada pelos levantamentos da literatura especializada; (4) Identificação dos valores patrimoniais geomorfológicos da APA da Bica do Ipu, Ceará, conforme os aspectos científicos, ecológicos, culturais, estéticos e econômicos.

Para o mapeamento das unidades do relevo da APA da Bica do Ipu foram utilizadas como base as imagens de radar interferométrico *Synthetic Aperture Radar* (SAR) da missão *Shuttle Radar Topography Mission*

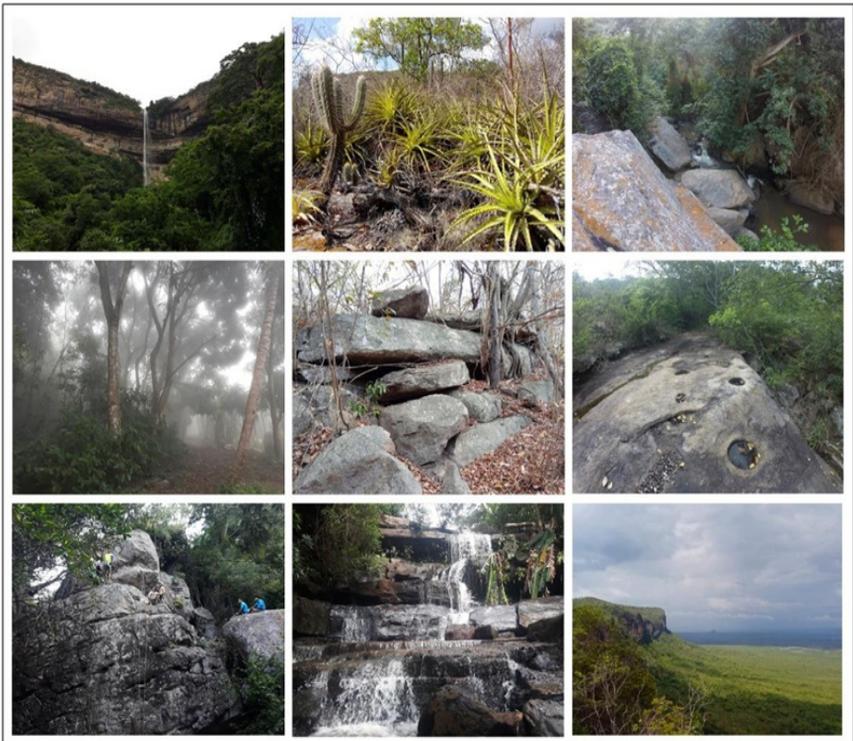
(SRTM), adquiridas no dia 11 de fevereiro de 2000 com 1 arco de segundo, disponibilizadas no portal *Earth Explorer do United States Geological Survey (USGS)*. Por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) foram extraídas curvas de nível com equidistância de 30 metros, servindo como subsídio para interpretação e delimitação das principais formas dos relevos cuestasiformes da classificação de Penteadado (1980).

A validação das unidades foi realizada através de trabalhos de campo na região, por meio de imagens orbitais do satélite CBERS-4 (sensor PAN com 5 metros de resolução espacial) e fotografias aéreas oblíquas coletadas por aeronave remotamente pilotada (ARP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A valoração do patrimônio geomorfológico da APA da Bica do Ipu foi amparada segundo os aspectos científicos, ecológicos, estéticos e econômicos incidentes no território da supracitada unidade de conservação, obedecendo às orientações propostas por Pereira (2007).

Figura 4 – Patrimônio geomorfológico da APA da Bica do Ipu, Ceará.



Fonte: Elaboração Própria (2020).

Identificaram-se na APA da Bica do Ipu feições geomorfológicas associadas a terrenos cuestiformes, congregando relevos dos tipos: depressão subsequente, cornija, depósito de tálus, reverso, patamares erosivos, ambientes fluviais e geoformas correlatas aos processos denudacionais atuantes na área, conforme ilustra a Figura 4.

Brilha (2005) baseia o valor científico da geodiversidade a partir das investigações nas esferas fundamentais e aplicadas. A primeira relaciona-se à análise das estruturas e formas do modelado em função da interpretação dos elementos da geodiversidade. No que tange ao aplicado, este versa na proposição de medidas e ações voltadas para a otimização das relações entre sociedade e natureza, a partir do conhecimento sobre a dinâmica e os comportamentos funcionais, pretéritos e atuais, dos sistemas geológico-geomorfológicos, influenciados por fatores climáticos e tectônicos.

Nesse caso, a valoração do patrimônio geomorfológico da APA da Bica do Ipu sob a perspectiva científica recai sobre os aspectos genético-evolutivos, morfológicos e processuais incidentes no Planalto da Ibiapaba, que determinam especificidades fisiográficas em nível local, a exemplo dos patamares erosivos e demais geoformas compreendidas na unidade de conservação. Sob o ponto de vista aplicado, a compreensão sobre os processos morfogenéticos atuantes poderá servir de subsídio para o estabelecimento de ações voltadas para o planejamento e ordenamento espacial do território em questão.

A relevância biogeográfica e ecológica são atributos a serem considerados para o levantamento da geodiversidade e conseqüentemente do patrimônio geomorfológico (PANIZZA, 2001). Aragão *et al.* (1999) e Magalhães *et al.* (2005) reportam a ocorrência do crustáceo decapoda amazônico *Fredius reflexifrons*, família Pseudothelphusidae, em ambientes aquáticos da APA da Bica do Ipu. Esses animais habitam as áreas úmidas dos altos topográficos, próximas às nascentes e pequenas drenagens, em solos hidromórficos recobertos por serrapilheira. Atualmente a espécie é objeto de pesquisa de doutorado do Programa de Pós- Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará.

Com relação aos aspectos cênicos, a APA da Bica do Ipu apresenta ambientes escarpados, patamares erosivos, planícies fluviais, rampas colúviais dissecadas e superfícies de aplainamento, constituindo um amplo e heterogêneo mosaico paisagístico dotado de extrema beleza. No topo da

escarpa, os mirantes naturais proporcionam uma visão panorâmica da depressão subjacente e estruturas residuais. No alto curso do riacho Ipu-caba, seção SE, observa-se a formação de *knickpoints* por erosão diferencial, conformando cachoeiras e corredeiras, apropriadas pela população local para o lazer e afazeres domésticos. O setor urbano da Várzea do Giló apresenta-se degradado, mas em localidades afastadas da sede distrital, é possível identificar fragmentos da floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular, sobretudo na Serrada Pinga.

Os potenciais hidrogeológicos, pedológicos e turísticos amparam a valoração do patrimônio geomorfológico da APA da Bica do Ipu sob a perspectiva econômica. Distinguem-se na área, os sistemas hidrogeológicos das rochas sedimentares do Grupo Serra Grande e de depósitos aluvionares (CEARÁ, 2005). O Grupo Serra Grande é constituído pelas Formações Ipu, Tianguá e Jaicós, compostas por arenitos, conglomerados e folhelhos, de idade Siluro-devoniana, representando a sequência basal da Bacia Sedimentar do Parnaíba (CAPUTO e LIMA, 1984; GOÉS *et al.*, 1990). Estruturas grabeniformes, formadas a partir de um sistema de juntas ou falhas cisalhantes e normais associadas ao Lineamento Transbrasiliano orientam o fluxo subterrâneo na borda da bacia, com orientação N-S (AGUIAR, 2017). Indústrias de engarrafamento de água mineral usufruem do patrimônio hidrogeomorfológico da área.

O potencial pedológico na APA da Bica do Ipu está vinculado à formação de solos profundos e agricultáveis, onde são desenvolvidas produções de algodão, mamona, oiticica, farinha de mandioca, milho, feijão, manga, maracujá e hortaliças em geral. Se por um lado, os condicionantes geomorfológicos propiciem ambientes favoráveis para os diversos cultivos agrícolas, por outro, práticas de manejo insustentáveis tem acarretado a descaracterização morfológica da unidade.

A APA da Bica do Ipu dispõe de um grande potencial para o turismo de aventura e contemplativo, como resultado das suas características geológicas, geomorfológicas e fitoecológicas, a exemplo de outras unidades de conservação situadas no Planalto da Ibiapaba.

Estima-se que entre maio de 2018 a novembro de 2019, cerca de 6.300 pessoas tenham visitado a APA da Bica do Ipu¹, podendo expandir os dados dessa estatística, caso sejam executadas políticas de organização e incentivo à atividade no município.

1 Dados disponibilizados pela Gestão da APA da Bica do Ipu.

Geomorfologia e cultura são dois aspectos indissociáveis (BRILHA, 2005; GRAY, 2019; PANIZZA; PIACENTE; 2008; PEREIRA, 2007), sobretudo na APA da Bica do Ipu. A ocupação da Serra da Ibiapaba por sociedades pré-coloniais é reportada tanto pela literatura especializada, por meio dos trabalhos de Araripe (2002), Farias (2015) e Sousa (1915), quanto, pelos vestígios esculpidos nos afloramentos rochosos da área, conhecidos popularmente como pilões indígenas.

Sousa (1915) informa que os terrenos atuais do distrito da Várzea do Giló, especialmente aqueles situados próximos à planície fluvial do riacho Ipuçaba, foram apropriados pelos índios da etnia Tabajara para o desenvolvimento de atividades associadas à caça, pesca e ritualísticas.

Outra relação entre geomorfologia e cultura decorre do emprego das inúmeras formas de relevo para o estabelecimento e fixação dessas populações em áreas topograficamente mais elevadas. Segundo o autor, a seção localizada à direita da Bica do Ipu, entre a base e o topo da vertente, nomeada de Escada de Pedra, era usada pelos autóctones com fins de deslocamento no trajeto sertão-serra. A Escada de Pedra deriva dos depósitos de tálus distribuídos na base da escarpa, originados por morfogênese mecânica condicionada por climas secos (SOUZA, 1988).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento patrimonial dos elementos da diversidade geomorfológica em um determinado espaço converge para a promoção de ações que assegurem a proteção e conservação desses ambientes, haja vista sua importância para o conhecimento sobre as estruturas, formas e processos atinentes à gênese e evolução das paisagens terrestres; além de constituir um possível instrumento para o desenvolvimento de atividades turísticas e fundamentar diretrizes para o planejamento e educação ambiental.

A Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu, Ceará, tem uma importância que reflete as especificidades geoambientais do Planalto da Ibiapaba, imprimindo em suas fisiografias um amplo e heterogêneo mosaico paisagístico dotado de belezas exuberantes, sendo que a sua valoração patrimonial está alçada nos aspectos científicos, ecológicos, culturais, estéticos e econômicos.

Portanto, a busca por novas formas de apropriação dos territórios, por meio de estratégias que compatibilizem usos, potencialidades e

fragilidades dos ambientes dotados de significância paisagística devem ser estimuladas, configurando este, um dos pilares do paradigma geoconservacionista.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.

AGUIAR, R. **Caracterização sistemática do aquífero Serra Grande na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba**. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2017.

ARAGÃO, L. P.; SILVA, K. S.; ABRUNHOSA, F. A. Ocorrência, aspectos comportamentais do caranguejo de água doce *Pseudothelphusa* sp. (Crustacea: Brachyura: Potamonidae). **Anais do XVII Encontro Universitário de Iniciação a Pesquisa**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1999.

ARARIPE, T. **História da Província do Ceará**: desde os primitivos até 1850. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

BRANDÃO, R. L. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Organização Ricardo de Lima Brandão [e] Luis Carlos Bastos Freitas. Fortaleza: CPRM, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113296/1/Geodiversidade-p37.pdf>. Acesso em 10 mar 2020.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage editora, 2005. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

BROCX, M., SEMENIUK, V. Geoheritage and geoconservation: history, definition, scope and scale. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, n. 90, v. 2, p. 53-87, 2007.

CAPUTO, M. V.; LIMA, E. C. Rio de Janeiro. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande- Bacia do Parnaíba. **Anais XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, p. 740-752, 1984.

CEARÁ. **Decreto nº 25.354, de 26 de janeiro de 1999**: Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu. 1999. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/08/area-de-protecao-ambiental-da-bica-do-ipu/#:~:text=A%20APA%20da%20Bica%20do,a%20391%20Km%20de%20Fortaleza>. Acesso em: 12 fev. 2020.

CEARÁ. **Plano de Manejo da Área de Proteção da Serra da Bica do Ipu**. Fortaleza: SEMACE/IEPRO, 2005.

CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M. V. Megageomorfologia do noroeste do estado do Ceará, Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 200-209, jun. 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16343>. Acesso em: 12 fev. 2020.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, Morfodiversidade: pela afirmação do Patrimônio Geomorfológico Strictu Sensu. Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral/CE: **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/409>. Acesso em: 12 fev. 2020.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. SERVIÇO GEOLÓGICO DO

BRASIL. Mapa Geológico do Estado do Ceará - Preliminar. 2018.

FARIAS, A. **História do Ceará**. 7. ed. Revisada e Ampliada. Fortaleza: Armazém das Letras, 2015.

GOÉS, A. M. O.; SOUZA, J. M. P. de; TEIXEIRA, L. B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 4, p. 55-64, 1990.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons Ltd., 2004.

GRAY, M. Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society. Elsevier, M. Gray/ International Journal of Geoheritage and Parks. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 7, p. 226-236, 2019.

HJORT, J.; GORDON, J. E.; GRAY, M.; HUNTER, M. L. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. **Conservation Biology**, v. 29, n. 3, p. 630-639, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275661081_Why_geodiversity_matters_in_valuing_nature's_stage. Acesso em: 05 mar. 2020.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2016. **Perfil Básico Municipal de Ipu**. 2016.

KOZŁOWSKI, S. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przegląd Geologiczny**, v. 52, n. 8/2, p. 833-837, 2004. Disponível em: https://www.pgi.gov.pl/images/stories/przegląd/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf. Acesso em: 05 mar. 2020.

LOPES, F.; CLAUDINO-SALES, V. Geoconservação e geodiversidade na Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu - Ceará: desafios para a sustentabi-

idade. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 61-80, 25 set, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/18465>. Acesso em: 05 mar. 2020.

MAGALHÃES, C.; ABRUNHOSA, F. A.; PEREIRA, M. O.; MELO, M. A. New records of

Fredius denticulatus (H. Milne-Edwards, 1853) and *F. reflexifrons* (Ortmann, 1897), and the eastern limits of the distribution of Pseudothelphusid crabs (Crustacea: Decapoda) in Brazil. **Acta Amazonica, Amazônia**, v. 35, n. 1, p. 93-96, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000100014. Acesso em: 15 mar. 2020.

MEIRA, S.; DANTAS, T.; NASCIMENTO, M.; SILVA, E. Geoconservação no Geossítio Trilha Ubajara-Araticum, Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia, USP**, v. 38, p. 42-57, 2019. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/156027>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MEIRA, S.; SILVA, E. V. Planejamento e valorização do geopatrimônio do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil: abordagens preliminares. **Revistas Encontros Universitários da Universidade Federal do Ceará**, v. 3, n. 1, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/35742>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2015.

PANIZZA M. Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226753221_Geomorphosites_Concepts_methods_and_examples_of_geomorphological_survey. Acesso em: 06 mar. 2020.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphosites and geotourism. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 5-9, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26518748_GEOMORPHOSITES_AND_GEOTOURISM. Acesso em: 06 mar. 2020.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PEREIRA, P. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação**. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006. Tese (Doutorado em Ciências - Área de Conhecimento de Geologia) - Universida-

de do Minho, Braga, Portugal, 2007. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6736>. Acesso em 20 fev. 2020.

PEREIRA, P.; PEREIRA, D.; ALVES, M. I. The geomorphological heritage approach in protected areas: Geoconservation vs. Geotourism in Portuguese natural parks. **Mem. Descr. Carta Geol. d'It.** LXXXVII, p. 135-144, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271909050_The_geomorphological_heritage_approach_in_protected_areas_Geoconservation_vs_Geotourism_in_Portuguese_natural_parks. Acesso em: 08 mar. 2020.

RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A. A valorização do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. Comunicação apresentada no **VII CIER - Colóquio Ibérico de Estudos Rurais: cultura, inovação e território**. Coimbra, Portugal. 2018. Disponível em: http://www.sper.pt/oldsite/actas7cier/PFD/Tema%20II/2_14.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. **Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service web site**. 3. ed. set, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconsevation. Acesso em: 05 mar. 2020.

SOUSA, E. Um pouco de história: chronica do Ipu. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Ceará**, t. XXIX, p. 152-243, 1915.

SOUZA, M. J. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará.

Revista de Geografia, n. 1, p. 73-91, 1988.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro. **MERCATOR**. Fortaleza, ano 5, n. 9, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/91>. Acesso em: 15 fev. 2020.

VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revista Cosmos**, v. 7, n. 1, p. 28-59, 2014.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/34835>. Acesso em: 10 fev. 2020.

USO E COBERTURA DAS TERRAS EM ÁREA DRENADA PELO RIO RIACHÃO, NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE LISBOA/PI.

Glécia Maria de Carvalho Sousa
Francisco Wellington de Araujo Sousa
Francisca Vanessa Franco Ferreira
Cláudia Maria Sabóia de Aquino

1 INTRODUÇÃO

No cenário mundial atual as discussões sobre a crise ambiental, especialmente em relação aos recursos hídricos, torna-se cada vez mais presente no meio acadêmico e em toda a sociedade (SANTOS *et al.*, 2015). Desse modo, planejar e gerenciar a utilização das águas tornou-se uma importante tarefa a ser desenvolvida por todos os segmentos sociais, visto a dimensão grandiosa deste recurso para a sociedade humana.

Segundo Queiroz *et al.* (2010 *apud* FERNANDES; CERNESSON; EID, 2005), percebe-se que a degradação ambiental causada por atividades antrópicas vem ocorrendo de forma irracional, comprometendo os recursos naturais desde o solo, cobertura vegetal e a água acarretando graves problemas. No que se refere aos recursos hídricos, constatam-se problemas tanto no aspecto da disponibilidade deste recurso (quantitativo), como no qualitativo, relativo à qualidade deste bem fundamental a vida.

Na tentativa de solucionar esses problemas originados pela degradação do meio ambiente devido à urbanização, industrialização e expansão agrícola, vários estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de conhecer melhor a realidade do espaço geográfico tendo como unidade de análise as bacias hidrográficas, pois suas interações complexas e sistêmicas podem ser facilmente interpretadas. A bacia hidrográfica pode ser entendida como um sistema natural, palco de interações físicas ocorridas em um conjunto de terras delimitado topograficamente e drenado por um curso de água e seus afluentes (SANTOS, 2004).

O conhecimento minucioso dos elementos naturais (e suas inter-relações) nos quais as sociedades se desenvolvem, aliada a identificação das formas de uso e cobertura das terras é fundamental para fins de utilização adequada e ponderada do ambiente, sendo presumível a construção de estratégias que visem à consolidação de planejamento do território do qual se apropria (ALBUQUERQUE; SOUSA, 2019).

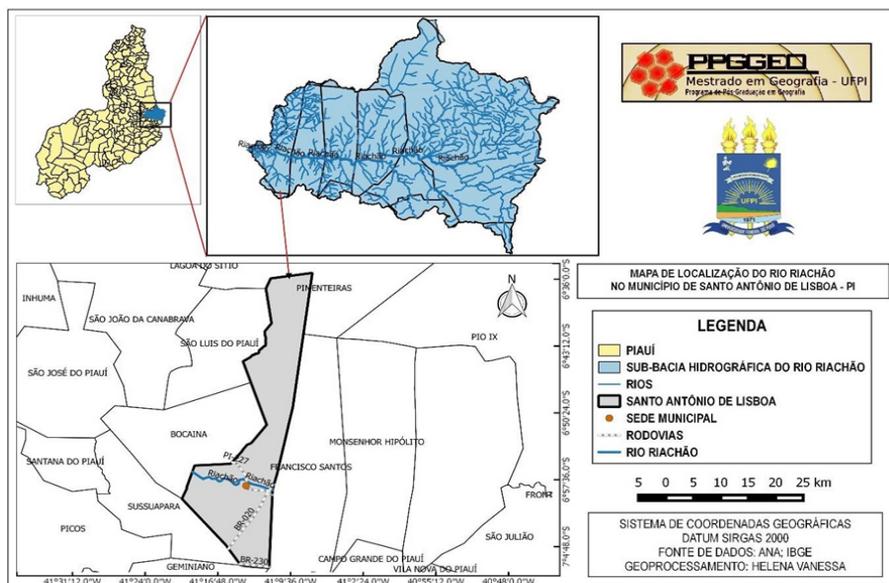
As informações aplicadas em uma escala municipal podem auxiliar na tomada de decisões sobre o uso dos recursos naturais e/ou elementos físicos da paisagem local. Afinal, conhecer melhor o espaço permite desenvolver uma relação de forma mais harmoniosa e consciente com o ambiente.

Este trabalho tem como objetivo realizar mapeamento preliminar do uso e cobertura das terras em área drenada pelo rio Riachão, no municí-

**USO E COBERTURA
DAS TERRAS EM
ÁREA DRENADA
PELO RIO
RIACHÃO, NO
MUNICÍPIO DE
SANTO ANTÔNIO
DE LISBOA/PI**

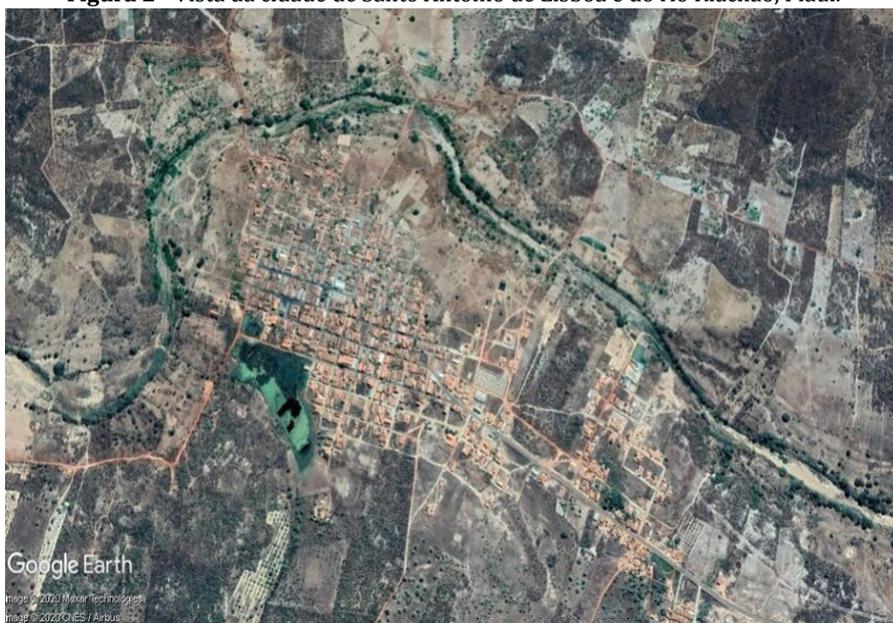
*Glécia Maria de Carvalho Sousa
Francisco Wellington de Araujo Sousa
Francisca Vanessa Franco Ferreira
Cláudia Maria Sabóia de Aquino*

Figura 1 - Mapa de localização do Rio Riachão no município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.



Fonte: Os autores (2019).

Figura 2 - Vista da cidade de Santo Antônio de Lisboa e do rio Riachão, Piauí.



Fonte: Google Earth (25 ago. 2019).

2.2 Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa definiu um conjunto de métodos a serem empregados no seu desenvolvimento: um acervo constituído de informações bibliográficas para fundamentação teórica como livros, teses, dissertações e artigos científicos; também o levantamento de dados secundários; e aparatos técnicos-operacionais (SIG e *Google Earth*) e ainda a verificação das bases cartográficas para gerar a cartografia temática; e por fim os trabalhos de campo, através da observação, levantamento preliminar de dados por meio de visita *in loco* para reconhecimento e análise da área de estudo.

O mapeamento do uso e cobertura das terras do recorte da zona urbana do município de Santo Antônio de Lisboa foi realizado através de uma classificação supervisionada, com base em um mosaico composto por imagens capturadas do *software Google Earth*, disponíveis na data de 25 de agosto de 2019. Todo o mapeamento foi realizado nos programas *ArcGis* versão 10.2 e *Qgis* versão livre 2.18.10.

Empregou-se como pressuposto teórico-metodológico a dialética da natureza, a fim de analisar a complexa relação sociedade-natureza em uma perspectiva holística, pautada em uma visão sistêmica da paisagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização geoambiental

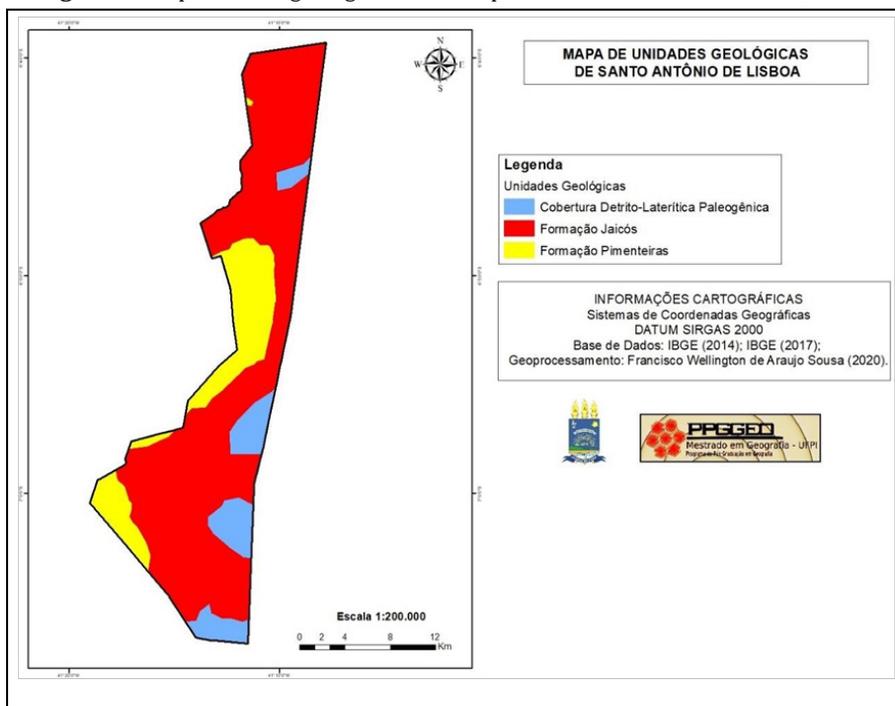
Conhecer os aspectos de base natural do município e informações socioeconômicas da população local se torna relevante para se inferir possíveis alterações no quadro ambiental do local, especialmente referente à área drenada pelo rio Riachão.

Desse modo, quanto aos aspectos fisiográficos, a geologia do município se assenta predominantemente sobre coberturas sedimentares da era Paleozóica, que corresponde à Província do Parnaíba, além dos depósitos recentes da era Cenozóica (Figura 3). As rochas constituintes da bacia sedimentar do Parnaíba pertencem ao Grupo Serra Grande (formação Jai-cós) e ao Grupo Canindé (representado na área pela formação Pimentei-ras) (IBGE, 2014).

Datado do Siluriano, o Grupo Serra Grande possui em sua constituição conglomerados, arenitos, siltitos e folhelhos. A formação Pimentei-ras,

de idade Devoniana tem em sua composição uma alternância de arenitos finos, argilosos, cinza a avermelhados, com folhelhos cinza-escuros a marrom avermelhados, contendo delgadas intercalações de siltitos. Já os Depósitos detrítico-lateríticos são basicamente sedimentos inconsolidados, de constituição arenosa, areno-argilosa e lateríticas (CPRM, 2006).

Figura 3 - Mapa da base geológica do município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.



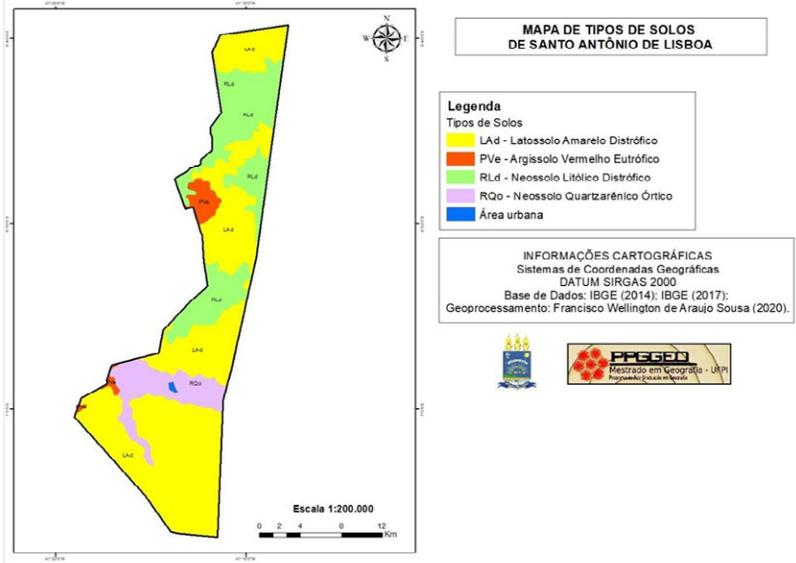
Fonte: Base de Dados – IBGE (2014, 2017).

No que se refere aos aspectos pedológicos do referido município, os solos são provenientes da alteração de arenitos, siltitos, folhelhos e conglomerados. Desse modo, conforme o mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL e posterior atualização do IBGE (2014), disponibilizado no site do INDE, os solos de Santo Antônio de Lisboa compreendem os seguintes tipos: Neossolo Quartzarênico Órtico, Neossolo Litólico Distrófico, Latossolo Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho Eutrófico (Figura 4).

Na figura 5 que destaca o mapa geomorfológico do município de Santo Antônio de Lisboa, com base no mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL e posterior atualização do IBGE (2014), observa-se que na área de pesquisa ocorre as seguintes unidades: Serras Grande e da Ibiapaba e Patamares do Parnaíba. O planalto da Ibiapaba ou Serra Grande

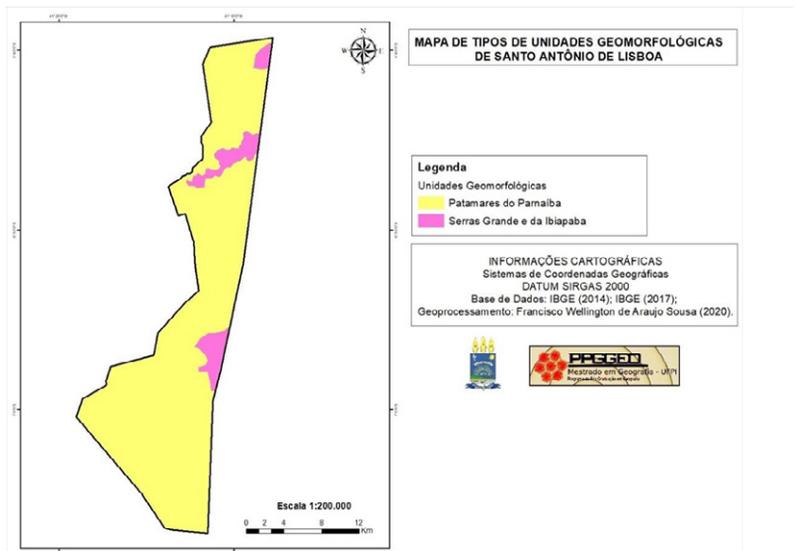
compreende uma extensa superfície plana e elevada, com topos chegando até os 700 metros de altitude no município, nessa unidade geomorfológica afloram os arenitos e conglomerados do Grupo Serra Grande.

Figura 4 - Mapa de solos do município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.



Fonte: Base de Dados – IBGE (2014, 2017).

Figura 5 - Mapa de unidades geomorfológicas do município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.

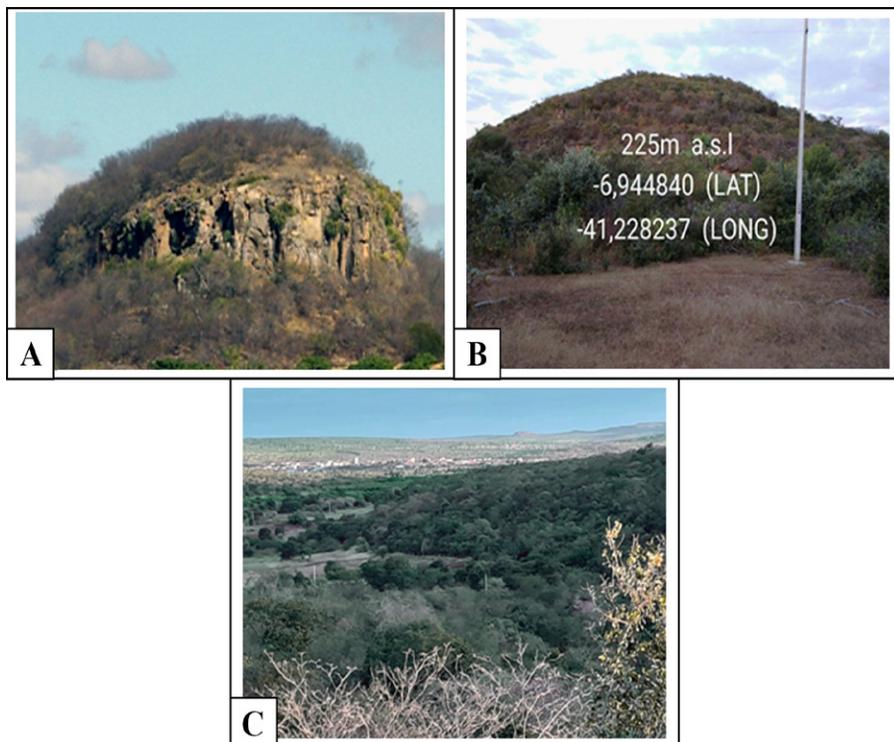


Fonte: Base de Dados – IBGE (2014, 2017).

Os patamares correspondem feições planas ou onduladas, constituindo degrau transicional entre um planalto, uma chapada ou um conjunto serrano, mais elevado, e geralmente uma depressão ou planície, em nível mais baixo (IBGE, 2019).

A Figura 6 apresenta algumas formas geomorfológicas da área de estudo.

Figura 6 - Aspectos das principais formas geomorfológicas do município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.

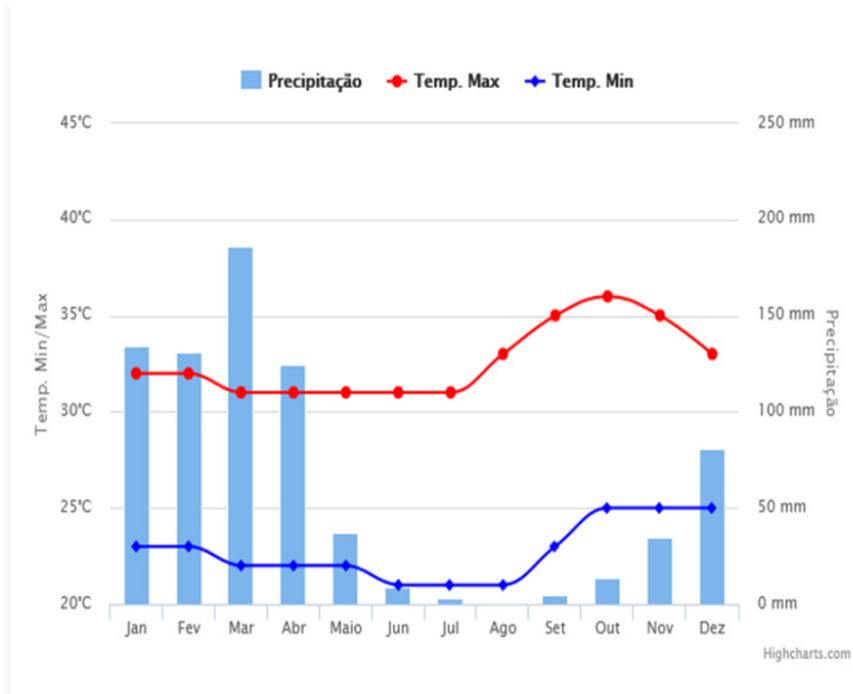


Painel de fotos que destacam as unidades geomorfológicas do município de Santo Antônio de Lisboa. Em: A – Morro do Quadrado; B – Morro do Venâncio (Patamares do Parnaíba); C – Prolongamento da Serra grande.

O município apresenta clima semiárido e quente. A precipitação pluviométrica média anual registrada, na sede é da ordem de 700 mm/ano, com os meses mais chuvosos em: dezembro, janeiro, fevereiro e março (IBGE – CEPRO, 1998).

A figura 7 apresenta com base em dados disponíveis em: <https://www.climatempo.com.br>, o comportamento da temperatura e precipitação no município estudado.

Figura 7 - Comportamento da temperatura e da precipitação no município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí, entre os anos de 1960 e 1990.



Fonte: INMET/CFS/Interpolação (2020).

3.2 Caracterização socioeconômica

Santo Antônio de Lisboa originou-se na Fazenda Rodeador, cujas terras foram desbravadas por Joaquim José de Sousa, Manoel Galdino de Maria, Pedro Cipriano da Silva, Elias Cândido de Moura, Manoel Serafim da Silva e Mariano Joaquim da Silva, procedentes da Bahia e de Pernambuco. Foi elevada à categoria de cidade pela Lei Estadual nº 2560, de 19/12/1963, desmembrado de Picos (IBGE, 2017), mas somente foi reconhecida oficialmente em 9 de abril de 1964.

Segundo Lima (2003):

O município de Santo Antônio de Lisboa foi crescendo aos poucos. Conforme foram chegando às famílias, localizaram-se próximo ao rio Riachão e instalaram várias fazendas de gado, a localidade foi denominada de Rodeador, cuja denominação permaneceu por muito tempo, além da pecuária, essas famílias dedicaram-se à agricultura (p. 37).

Conforme dados do Atlas (2013) a população de Santo Antônio de Lisboa cresceu a uma taxa média anual de 1,54%, entre 2000 e 2010, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 65,27% para 65,26%. Em 2010 viviam, no local, 6.007 pessoas.

Entre 1991 e 2000, a população de Santo Antônio de Lisboa cresceu a uma taxa média anual de 0,18%. Na UF, esse valor foi de 1,08%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 55,37% para 65,27% (ATLAS, 2013).

A Tabela 1 apresenta a população total, urbana e rural do Município - Santo Antônio de Lisboa, nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Tabela 1 - População total, urbana e rural do município de Santo Antônio de Lisboa, PI, nos anos de 1991, 2000 e 2010.

População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População total	5.073	100,00	5.154	100,0	6.007	100,0
População urbana	2.809	55,37	3.364	65,27	3.920	65,26
População rural	2.264	44,63	1.790	34,73	2.087	34,74

Fonte: PNUD, Ipea e FJP População residente por situação do domicílio.

Conforme os dados, percebe-se que não houve grande alteração no contingente populacional do lugar, seu crescimento no período analisado foi inferior ao crescimento populacional do país e do estado (1991 a 2000). Quanto à distribuição da população na área urbana e rural do município houve um crescimento da população urbana em relação a rural.

Em relação às principais atividades econômicas desenvolvidas, destacam-se os serviços (administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social), que representam R\$ 12.260,61 do total do Produto Interno Bruto PIB da cidade, a agropecuária, com R\$ 9.080,04, e em menor escala, o setor secundário, representado pela indústria com R\$ 6.053,87, apresentando um PIB total municipal de R\$ 52.627,97 (IBGE, 2017).

A agricultura praticada no município é baseada na produção sazonal de feijão, milho e mandioca, e a cultura permanente representada pela castanha de caju. A tabela 2 apresenta os dados referentes aos principais produtos da agricultura temporária e permanente de Santo Antônio de Lisboa.

Tabela 2 - Produção Agrícola do município de Santo Antônio de Lisboa, Piauí.

Tipos de cultura	Quantidade produzida
Temporária	
Feijão	884 toneladas
Mandioca	240 toneladas
Milho	243 toneladas
Permanente	Quantidade produzida
Castanha de caju	563 toneladas

Fonte: IBGE (Produção Agrícola Municipal 2018). Org. Os autores (2020).

As atividades ligadas à agropecuária desenvolvidas no município, por vezes nas margens e leito do rio, normalmente utilizando técnicas rudimentares, ocasionam agravos ambientais através do desmatamento, da compactação do solo e do extrativismo vegetal e mineral (principalmente exploração de areia para comercialização).

Com relação à produção da pecuária na área de estudo, destaca-se a criação de aves (galinhas, galos, frangos, frangas e pintos) e bovinos, conforme os dados da tabela 3. A produção do mel (apicultura) também se mostra uma atividade de grande relevância na economia do município supracitado, apresentando uma produção de 19.743 kg de mel, conforme dados da Produção Pecuária do IBGE de 2018.

Tabela 3 - Efetivo da pecuária – principais rebanhos – 2018.

Rebanhos	Nº de cabeças
Galináceos	11.872
Bovinos	2.740
Caprinos	840
Equinos	40
Ovino	961
Suíno	1.143

Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal – PPM – (2018).

3.3 Uso e cobertura das terras

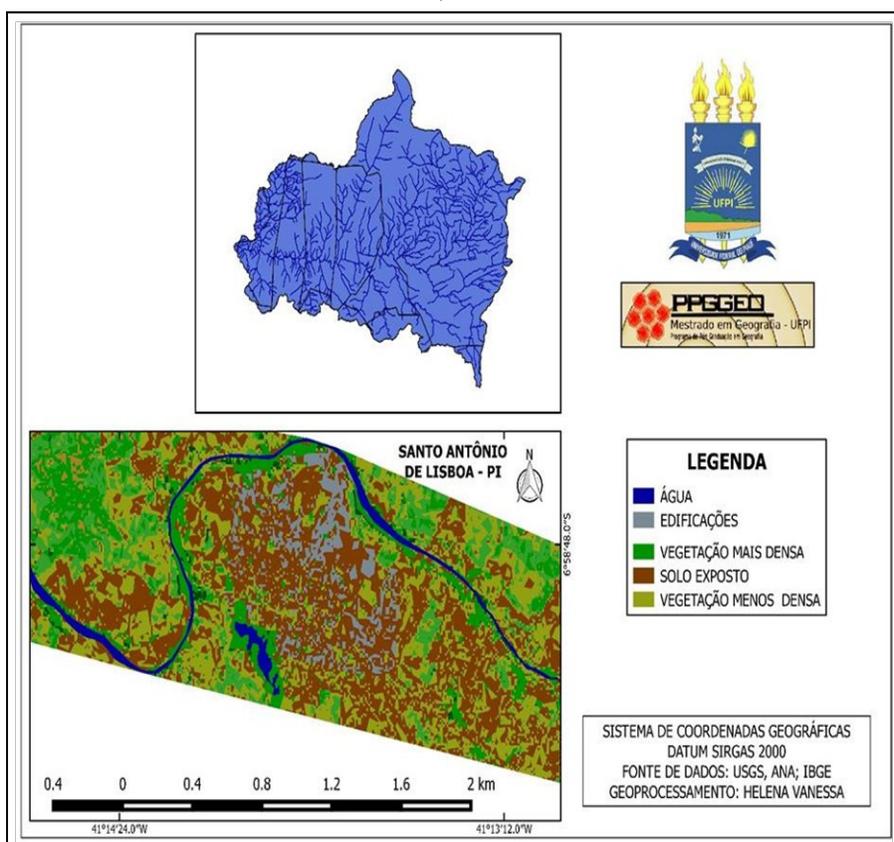
Foram identificadas, em caráter exploratório e preliminar, cinco classes de uso e cobertura das terras na área de estudo: i) vegetação mais densa (13,88%); ii), vegetação menos densa (36,86%); iii) solo exposto (38,78%); iv) regiões urbanizadas (2,58%) e v) água (7,93%).

Desse modo, a classe de uso solo exposto apresenta o maior percentual de cobertura na área de estudo, ocupando 38,78%. A vegetação menos

densa, caracterizada por locais com caatinga arbustiva consiste na segunda classe de cobertura mais representatividade, com 36,86%. Em seguida, tem-se a classe de vegetação mais densa com 13,88%, caracterizada por árvores de porte arbóreo.

As classes de uso menos representativas da porção mapeada correspondem às áreas urbanizadas que abrangem 2,58%, que compreende as edificações da sede municipal, e água que ocupa 7,93%. A figura 8 apresenta o mapa de uso e cobertura das terras na superfície drenada pelo rio Riachão.

Figura 8 - Uso e cobertura das terras as margens do rio Riachão, Santo Antônio de Lisboa, Piauí.

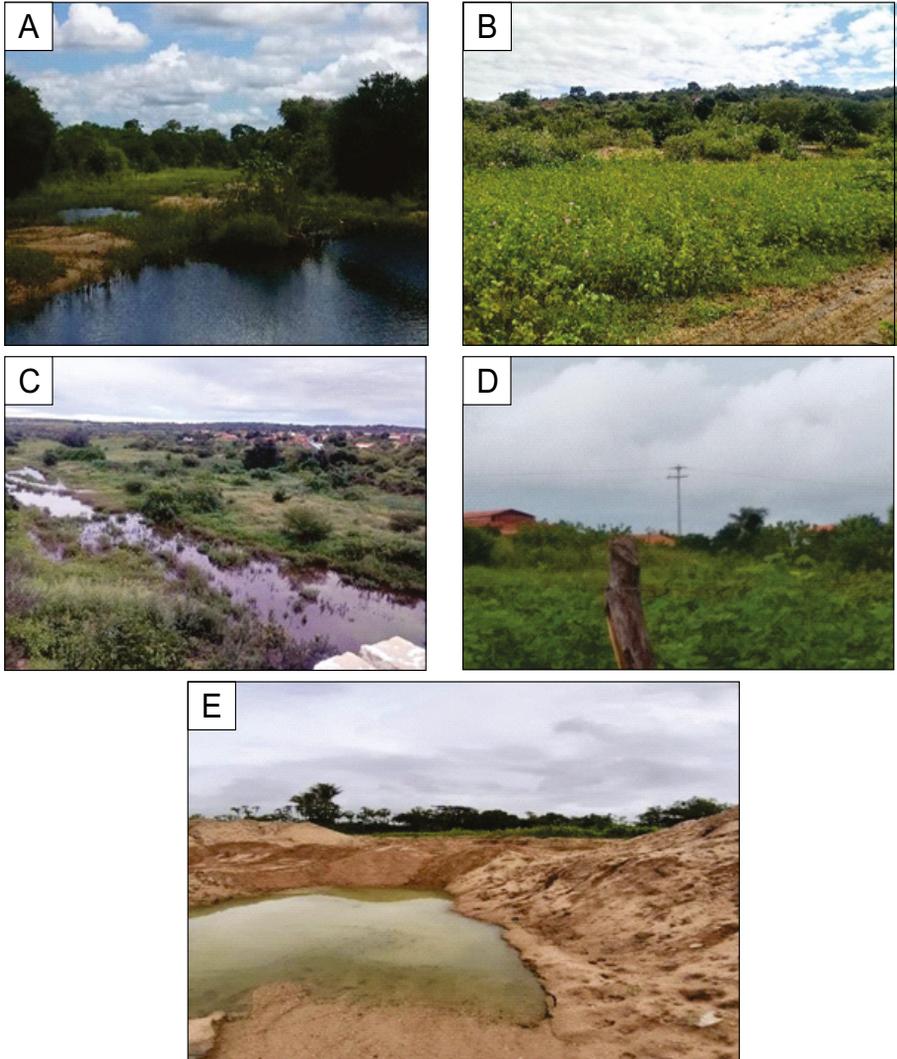


Fonte: Base de Dados – *Google Earth* (2019).

O mapa representa a extensão drenada pelo mencionado rio, na sede municipal de Santo Antônio de Lisboa, que corresponde ao baixo curso do Riachão. Ressalta-se que este rio apresenta uma direção leste - oeste,

com sua nascente no município de Pio IX, até a foz entre Santo Antônio de Lisboa e Bocaina.

Figura 9 - Pannel de fotos que destacam as classes de uso e cobertura da área mapeada.



Em: A – Classe Vegetação mais densa; B – Classe vegetação menos densa; C – Classe águas; D – Classe áreas urbanizadas; E – Classe solo exposto. **Fonte:** Glécia Sousa (abr. 2019) em A e C; (mar. 2020) em B, D e E.

Conforme o mapa, constatou-se que parte da vegetação nativa foi substituída por edificações em alguns trechos das margens do rio (Figura 8), permitindo inferir o descumprimento de legislação ambiental que considera as margens como área de preservação ambiental.

A Figura 9 apresenta fotos das distintas formas de uso e cobertura da terra na área de estudo.

Acredita-se que o solo exposto no entorno e nas margens do rio podem estar associados ao desmatamento para edificações urbanas, e ainda para exploração de areia no seu leito e margens do rio Riachão (Figura 10). Já que nas visitas *in loco*, percebe-se que em alguns trechos a areia foi o recurso natural mais explorado. Levando inclusive a gestão municipal a proibir a extração deste mineral das margens e leito do rio por meio do decreto nº 03/2013.

Figura 10 - Atividade extrativa de areia na localidade Junco.



Fonte: Glécia Sousa, 2020.

Evidencia-se, que apenas a lei não foi suficiente para impedir a exploração ou proteger este importante recurso hídrico do município, portanto sendo necessárias políticas públicas voltadas para a educação ambiental, de forma a sensibilização dos munícipes para a preservação dos recursos naturais que compõem a área em estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que em 13,88% há ocorrência de vegetação mais densa, em 36,86% o inverso, por sua vez, em 38,78 % da área há solo exposto, em 2,58% evidencia-se urbanização e em 7,93% constatou-se água.

Há descumprimento das legislações ambientais, na medida em que foram verificados desmatamentos as margens do rio Riachão, bem como a extração de areia proibida por lei no município.

A concluir, são urgentes as ações a fim de preservar os recursos naturais na área de estudo, notadamente no que se refere ao rio Riachão de forma a incentivar o desenvolvimento de práticas sustentáveis no município. Recomendam-se ações de educação ambiental a serem desenvolvidas nas escolas municipais e estaduais, visando à conscientização da população acerca da importância da conservação dos recursos naturais, base para o desenvolvimento e crescimento de qualquer nação, país, Estado ou município.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Robério Bôto de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Santo Antônio de Lisboa / Organização do texto [por] Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho Gomes. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

ALBUQUERQUE, Diêgo Souza; SOUSA, Maria Losângela Martins de. Análise geoambiental como subsídio ao planejamento no município de Pereiro/Ceará/Brasil. **Revista Equador** (UFPI), 2019, vol. 8, nº 2, p. 348-364.

ATLAS Brasil – **Atlas de desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/santo-antonio-de-lisboa_pi. Acesso em: 03 de mar. 2020.

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

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em: 29 out. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Macrocaracterização dos Recursos naturais do Brasil** – Províncias Estruturais, Compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/santo-antnio-de-lisboa/pesquisa/18/16459>. Acesso em: 03 de mar. 2020.

LIMA, Maria Dalva Cipriano de. **Minha Cidade, Santo Antônio de Lisboa** – PI, 1998. Não publicado.

QUEIROZ, Manoel Moises Ferreira de *et al.* Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio das antas Cascavel – PR - Brasil. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v. 5, n. 2, p. 230 - 234 abril/junho de 2010. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 05 nov. 2019.

SANTOS, L. A.; SOUSA, T. M.; LIMA, A. S.; LIMA, I. M. M. F. Bacia hidrográfica do rio guaribas, Piauí: aspectos da geomorfologia fluvial. **IX SINAGEO (9º Simpósio Nacional de Geomorfologia)** 21 a 24 de out. 2012, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/2/2-662-369.html>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

SANTOS, Rosélia Maria de Sousa *et al.* A gestão ambiental dos recursos hídricos. **INTESA – Informativo Técnico do Semiárido** (Pombal-PB), v. 9, n. 2, p 51-56, Jun.-Dez., 2015. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA>. Acesso em: 01 de out. 2019.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SISTEMAS AMBIENTAIS

DO BAIXO VALE DA

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

DO RIO PIRACURUCA (CE-PI):

SUBSÍDIOS AO

PLANEJAMENTO AMBIENTAL

1 INTRODUÇÃO

A paisagem compreende um sistema dinâmico e complexo, cuja constituição compreende a articulação e interdependência de diversos componentes. Distingue-se, ainda, que ele encontra-se em equilíbrio e que este tem sido perturbado pelas atividades humanas praticadas de modo inadequado e sem observação ao potencial e limitações inerentes a cada sistema ambiental.

Nesse sentido, entenda-se a paisagem como fruto de uma combinação dinâmica, instável e em evolução constante (BERTRAND, 1972). A paisagem deve ser entendida como um sistema que “[...] em virtude de sua interação interna e externa (com outros sistemas), evolui diacronicamente, [...] é uma totalidade que entra em totalização constante na busca do equilíbrio ou da ordem” (CAMARGO, 2012, p. 34).

Desse modo, salienta-se a importância da realização de estudos voltados ao conhecimento das componentes ambientais de forma integrada, posto que se possa compreender a dinâmica ambiental e identificar as potencialidades e as limitações ao uso dos recursos naturais presentes em determinado espaço geográfico.

Destacam-se, dessa forma, os estudos integrados da paisagem em bacias hidrográficas, que são consideradas sistemas não isolados abertos, onde predomina a troca contínua de matéria e energia, perda e recarga (CHRISTOFOLETTI, 1980). Reforça-se, ainda, que a bacia hidrográfica constitui recorte espacial de grande relevância aos estudos ambientais e, ainda, para implementação de políticas públicas, como preconiza a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que considera a bacia hidrográfica como unidade territorial basilar para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Nesse cenário, insere-se o Baixo Vale da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, localizado no Nordeste do estado do Piauí, cujo estudo integrado será de suma importância para o conhecimento das características da paisagem que compõe o trecho da Sub-bacia. Fato que resultará na construção de um banco de dados, cujas informações devem possibilitar o uso múltiplo e aprimorado dos recursos compreendidos pelo trecho da Sub-bacia.

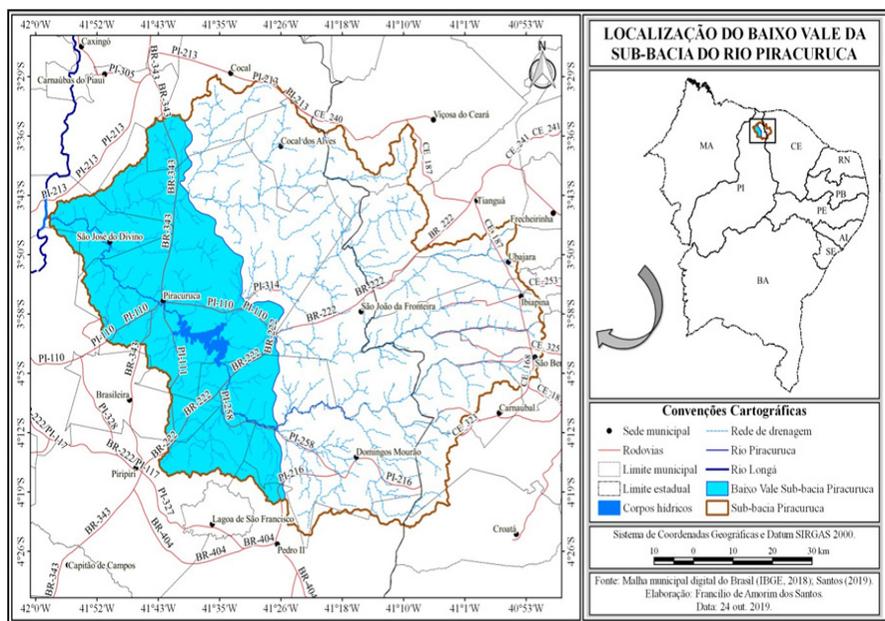
Dessa maneira, propôs-se a realização de um estudo descritivo, com emprego de levantamento bibliográfico e cartográfico associado à pes-

**SISTEMAS
AMBIENTAIS
DO BAIXO VALE
DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO
RIO PIRACURUCA
(CE-PI): SUBSÍDIOS
AO PLANEJAMENTO
AMBIENTAL**

Francílio de Amorim dos Santos

que associada aos fenômenos oceânicos *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico, respondem pela dinâmica pluviométrica da região. Destaca-se que o Baixo Vale apresenta as seguintes características médias anuais: pluviosidade de 1.060 a 1.460 mm; temperaturas entre 25 a 27°C; 3 a 5 meses secos; 1.303 a 1.643 mm de evapotranspiração potencial; excedente hídrico de 300 a 600 mm; déficit hídrico de 230 a 430 mm (USGS, 2017; SANTOS, 2019).

Figura 1 - Mapa de localização do Baixo Vale da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, situado no Nordeste do estado do Piauí.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destaca-se que os processos de intemperismo atuantes na área resultaram nas formações das seguintes subordens de solos (INDE, 2018): Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Chernossolo Argilúvico, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Planossolo Háplico, Plintossolo Argilúvico, Plintossolo Pétrico, Vertissolo Ebânico. Esses solos são recobertos por caatinga arbustiva aberta a densa, essa última situada principalmente próxima aos cursos fluviais, e carnaubal (SANTOS, 2019).

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa configura-se como descritiva quanto ao seu objetivo, pois, conforme aponta Gil (2002), nesse tipo de pesquisa busca-se realizar a

descrição das características de determinada população ou fenômeno, que nesse caso esteve ligada ao mapeamento e caracterização dos sistemas ambientais, particularmente a partir da articulação entre suas componentes ambientais.

Por sua vez, empregou-se de levantamento bibliográfico e cartográfico associado à pesquisa de campo. Destaca-se que o levantamento bibliográfico propiciou a realização da discussão conceitual, enquanto o levantamento cartográfico deu suporte à produção dos mapas, que posteriormente possibilitou a realização da atividade de campo.

Evidencia-se que o mapeamento e caracterização da área estudada exigiu a aquisição de diversos arquivos – vetoriais, matriciais e alfanuméricos – que foram manuseados e armazenados em banco de dados de diferentes Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), conforme está exposto na Figura 2. Salienta-se que o mapeamento realizado está em escala compatível com 1:100.000, deve subsidiar o planejamento ambiental e, conhecer as potencialidades e limitações dos sistemas ambientais mapeados.

Figura 2 - Tipo de arquivo, fonte, escala, componente ambiental e SIG utilizados para montagem do banco de dados.

BANCO DE DADOS				
Arquivo	Fonte	Escala	Componente ambiental	SIG utilizado
Mapa estadual de geodiversidade	(CPRM, 2006b)	1:1.000.000	Geologia	QGIS
MDE <i>SRTM</i>	(USGS, 2017)	Resolução espacial de 30 m	Hipsometria, declividade e sistemas ambientais	ArcGIS e QGIS
Dados de precipitação mensal	(ANA, 2017)	Série histórica de 31 anos (1985 a 2016)	Clima (Balanço hídrico)	USUAIS
Mapa de Solos da Folha SB.24 – Jaguaribe	(INDE, 2018)	1:1.000.000	Solos	QGIS

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

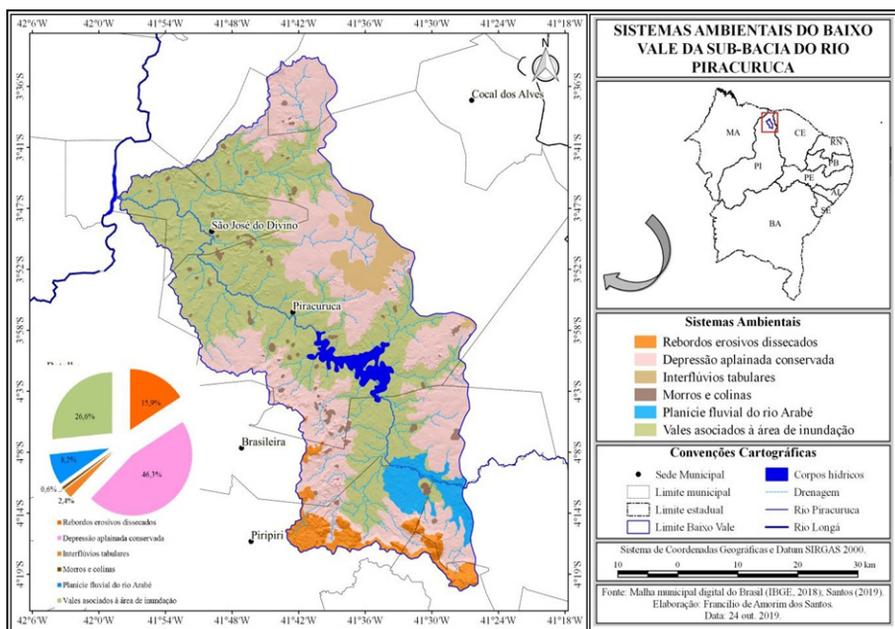
Reitera-se que o mapeamento dos sistemas ambientais alicerçou-se na abordagem sistêmica e visão integrada dos elementos constituintes da paisagem. Destaca-se que foi considerado o Modelo Digital de Elevação (MDE) da Missão Topográfica Radar *Shuttle* (*SRTM*), critérios topo-morfológicos – altitude e declividade – associado ao uso do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) e trabalho de campo.

A realização do balanço hídrico demandou levantamento de dados de precipitação de quatorze postos pluviométricos, junto ao sistema HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), a partir da série histórica de 1985 a 2016, empregados na metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). De posse dos dados procedeu-se ao seu refinamento no pacote de programas computacionais USUAIS, como sugerem Oliveira e Sales (2016). Destaca-se que foram analisadas as seguintes variáveis médias anuais: precipitação, temperatura, número de meses secos, evapotranspiração potencial, excedente e déficit hídrico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise integrada associada aos procedimentos técnicos empregados possibilitou mapear seis sistemas ambientais no Baixo Vale da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, quais sejam: os rebordos erosivos dissecados, a depressão aplainada conservada, os interflúvios tabulares, os morros e colinas, a planície fluvial do rio Arabé e os vales associados à área de inundação (Figura 3).

Figura 3 - Sistemas ambientais do Baixo Vale da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.1 Rebordos erosivos dissecados

Os rebordos erosivos estão situados na porção sul do Baixo Vale da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca e ocupa uma área de 15,9% (752,3 km²), estando assentado sobre os arenitos da Formação Cabeças e Pimenteiras (CPRM, 2006b). Nessa região, localiza-se a Serra dos Matões, município de Pedro II, onde se situam diversas nascentes perenes que confluem para o rio Piracuruca, principal canal fluvial da Sub-bacia pesquisada. A superfície desse sistema apresenta-se bastante íngreme, cuja declividade do relevo varia de suave ondulado a montanhoso (3 a 75%), enquanto seus níveis altimétricos situam-se entre 185 a 585 m (USGS, 2017).

No que diz respeito aos condicionantes climáticos, o sistema apresenta as seguintes médias anuais: precipitação entre 1.060 a 1.460 mm; evapotranspiração potencial de 1.203 a 1.503 mm; temperaturas da ordem de 24° a 25°C, com três a cinco meses secos; excedente hídrico 400 a 600 mm; déficit hídrico de 230 a 430 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

Em relação ao mosaico de solos foram identificadas as seguintes subordens: Argissolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Plintossolo Pétrico, Neossolos Litólico e Quartzarênico (INDE, 2018). Focaliza-se que essas subordens são recobertas por vegetação caatinga arbustiva aberta a densa (SANTOS, 2019).

As condições ambientais desse sistema ambiental demandam ações voltadas à conservação, principalmente devido às zonas bastante íngremes e presença de diversas nascentes perenes do rio Piracuruca, consideradas pelo Código Florestal (BRASIL, 2012), como áreas de preservação permanente (APP). Cita-se, ainda, a ocorrência de solos jovens e rasos, fato que limita o uso em relação a determinados cultivos.

Por outro lado, a ocorrência dos Argissolo e Latossolo gera a possibilidade para o desenvolvimento de cultivos, particularmente os temporários. Pode-se, ainda, ter aproveitamento para a prática de geoturismo a partir do uso da Serra dos Matões (Morro do Gritador), notadamente considerando-se a criação de uma unidade de conservação.

3.2 Depressão aplainada conservada

Esse sistema ocupa a maior parte do espaço estudado, com o total de 46,3% (2.197 km²). Ressalta-se que sua gênese está ligada a processos

erosivos na vertente ocidental do Planalto da Ibiapaba, que gerou extensa superfície aplainada. A depressão aplainada está localizada sobre os depósitos colúvio-eluviais, arenitos, folhelhos e siltitos das Formações Cabeças e Pimenteiras (CPRM, 2006b).

Na depressão aplainada ocorre de relevo plano a suave ondulado e cotas altimétricas que variam de 105 a 185 m (USGS, 2017). Por sua vez, as características médias anuais desse sistema são as seguintes: pluviométrica de 960 a 1.360 mm, evapotranspiração potencial de 1.303 a 1.603 mm, temperaturas de 24° a 27°C, três a sete meses secos, excedente hídrico entre 100 a 600 mm e déficit de 230 a 730 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

As subordens de solos encontradas nessa área foram os Argissolo Amarelo e Vermelho, Latossolo Amarelo, Planossolo Háptico, Plintossolo Pétrico e Neossolo Litólico e Quartzarênico (INDE, 2018). As subordens identificadas possibilitam o crescimento de vegetação arbustiva aberta a densa (SANTOS, 2019).

Há possibilidade para aproveitamento das condições ambientais desse sistema, principalmente em relação ao seu relevo plano, totais de precipitação e solos que apontam perspectivas para os cultivos agrícolas e prática da pecuária extensiva. Por outro lado, ressalta-se a atenção deve ser tomada no que diz respeito à presença dos solos pouco desenvolvidos e do déficit hídrico em alguns locais.

3.3 Interflúvios tabulares

Os interflúvios tabulares distribuem-se por 2,4% (114,1 km²) da área pesquisada. Destaca-se que a parte mais representativa, denominada Morro Grande, está situada na parte central do município de Piracuruca, entre as localidades Jenipapeiro e Cajazeiras, separando a rede de drenagem dos rios Jacaré, Catarina e Piracuruca.

Esse sistema ambiental situa-se sobre os depósitos colúvio-eluviais e os arenitos das Formações Cabeças e Pimenteiras (CPRM, 2006b). Os interflúvios apresentam topos planos e suas vertentes são convexas, com declividades que não ultrapassam os 20% de inclinação, enquanto a elevação situa-se entre 105 a 185 m (USGS, 2017).

No que concerne às condições climáticas ocorrem as seguintes características médias anuais: precipitação de 1.260 a 1.360 mm, evapotrans-

piração potencial de 1.203 a 1.603 mm, temperaturas de 23° a 27°C, três a quatro meses secos, excedente hídrico de 400 a 600 mm e déficit de 230 a 430 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

Por seu turno, as subordens de solos encontradas no sistema foram os seguintes: Argissolo Amarelo, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico e Plintossolo Pétrico (INDE, 2018). Essas subordens constituem substrato para o desenvolvimento de caatinga arbustiva aberta a densa (SANTOS, 2019).

Em suma as potencialidades presentes no sistema ambiental estão ligadas aos seus topos planos e condições climáticas menos rigorosas, possibilitando o desenvolvimento de pecuária extensiva. Por outro lado, deve-se atentar a APPs que ocorrem, posto que apresente topos de morros com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25° (BRASIL, 2012), além da presença de solos rasos e muito suscetíveis a processos erosivos.

3.4 Morros e colinas

Esse sistema ocorre de forma dispersa pelo Baixo Vale e ocupa a menor do trecho estudado, particularmente 0,6% (14,2 km²). Os morros e colinas são fruto do processo de erosão do relevo, principalmente das formações Pimenteiras, Cabeças e Sardinha (CPRM, 2006b). Os locais por onde estão dispersos os morros e colinas apresentam entre 25 a 825 m, enquanto o relevo exibe declividade suave ondulada a forte ondulada (USGS, 2017).

As características climáticas médias anuais são as seguintes: pluviosidade de 860 a 1.460 mm, evapotranspiração potencial de 1.103 a 1.643 mm, temperatura variando de 22° a 27°C, dois a sete meses secos, excedente hídrico de 100 a 700 mm e déficit que se situa entre 130 a 730 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

Devido a isso, apresentarem-se dispersos por várias áreas os morros e colinas estão situados em diversas subordens de solos, a saber: Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Plintossolo Argilúvico, Plintossolo Pétrico, Vertissolo Ebânico (INDE, 2018). Essas subordens possibilitam o crescimento de vegetação do tipo caatinga arbustiva aberta a densa (SANTOS, 2019).

Em síntese, quando se observam as potencialidades desse sistema ambiental deve-se voltar para o seu potencial geoturístico, principalmente

para a prática de trilhas ecológicas e a visitação aos locais com grafismos rupestres. Por outro lado, os topos de morros com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25° devem ser preservados, conforme assegurado pelo Código Florestal (BRASIL, 2012).

3.5 Planície fluvial do rio Arabé

A planície fluvial constitui sistema de acumulação de sedimentos e na área pesquisada ocupa 8,2% (193,9 km²). A referida planície situa-se sobre as formações Pimenteiras, Cabeças e Sardinha (CPRM, 2006b). A superfície em questão exibe relevo plano a suave ondulado e altitudes que variam de 25 a 185 m (USGS, 2017).

Os condicionantes climáticos médios anuais apresentam os seguintes aspectos: 860 a 1.560 mm de precipitação, evapotranspiração potencial de 1.103 a 1.503 mm, temperatura variando de 22° a 26°C, dois a sete meses secos, excedente hídrico de 100 a 800 mm e déficit de 130 a 730 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

A única subordem de solo encontrada na região diz ao Planossolo Háplico (INDE, 2018), que é recoberto por vegetação espaçada e/ou arbustiva aberta a densa (SANTOS, 2019). Ressalta-se que a porção da planície fluvial, por permanecer a maior parte do ano seca, é voltada à prática da pecuária.

3.6 Vales associados à área de inundação sazonal

Os vales mapeados estão associados às áreas de inundação dos rios Jacaré e Piracuruca, que compreendem a 26,6% (629,1 km²). O sistema ambiental está assentado sobre as formações Longá, Sardinha, Pimenteiras, Cabeças e os sedimentos dos depósitos colúvio- eluviais (CPRM, 2006b).

Ressalta-se que maior parte desse sistema situa-se no município de Piracuruca, abrangendo as fozes de dois importantes afluentes do rio Piracuruca, o rio Catarina e o Pejuaba. Destaca-se, ainda, que nesse ambiente localiza-se a represa da barragem de Piracuruca, que representa grande riqueza hídrica para o desenvolvimento da região, principalmente por meio da aquicultura e dos cultivos temporários.

Realça-se que o rio Piracuruca possui canal fluvial com entalhe nos arenitos da formação Cabeças, que resultou em um vale encaixado, de peque-

na largura e presença de feições de dissolução. Os vales dos rios Piracuruca e Jacareí se encontram em áreas de relevo com declividade plana a suave ondulada e cotas altimétricas entre 25 a 185 m.

As condições climáticas médias anuais apontaram para: precipitação de 1.060 a 1.360 mm, evapotranspiração potencial da ordem de 1.303 a 1.643 mm, temperatura de 24° a 27° C, três a cinco meses secos, excedente hídrico de 300 a 500 mm e déficit hídrico de 230 a 530 mm (ANA, 2017; SANTOS, 2019).

Os elementos ambientais configuram um sistema que possibilitou a atuação de processo pedogenético para formação de solos de características diversas, a saber: Chernossolo Argilúvico, Argissolo Amarelo, Latossolo Amarelo, Neossolos Litólico e Quartzarênico, Planossolo Háplico, Plintossolos Argilúvico e Pétrico, Vertissolo Ebânico (INDE, 2018). Essas subordens possibilitaram o desenvolvimento de carnaubal e caatinga arbustiva aberta a densa, essa última situada principalmente às margens dos principais cursos fluviais, configurando as matas ciliares (SANTOS, 2019).

Em relação às potencialidades, destaca-se seu relevo de plano a suave ondulado, algumas subordens de solos com propriedades para o desenvolvimento de cultivos agrícola e pecuário, razoáveis totais de precipitações e a presença da represa no rio Piracuruca, que possibilita a irrigação. Outra atividade que pode ser executada na área diz respeito ao geoturismo, desde seja conhecido o percurso a ser seguido e tenha-se elaborado planejamento.

Por outro lado, deve-se atentar para as regiões próximas aos cursos fluviais que inundam no período chuvoso e causam inundações, a existência de solos pouco desenvolvidos, significativa perda de água por meio do processo de evapotranspiração e as altas temperaturas médias, que configuram limitações ao uso de determinados locais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada associada à metodologia aplicada possibilitou o mapeamento de seis sistemas ambientais no Baixo Vale da Sub-bacia do rio Piracuruca, bem como o conhecimento do potencial e limitações ao uso dos referidos sistemas. Desse modo, reconhece-se que os sistemas, de modo geral, apresentam várias potencialidades a exemplo das exten-

nas áreas planas, alguns solos com relativa fertilidade e profundidade, significativos totais pluviométricos, presença da barragem do rio Piracuruca e relevo com potencial para a prática de geoturismo.

Por outro lado, a presença de setores com relevo íngreme, com nascentes perenes, solos pouco desenvolvidos e grandes perdas de água por meio de evapotranspiração, fato que demanda ações para conservação, particularmente em observação à legislação pertinente. Reitera-se a necessidade de elaboração de planejamento ambiental a partir das características ambientais apresentadas, como possibilidade de uso racional e/ou (re)ordenamento das atividades humanas no Baixo Vale. Ressalta-se a necessidade de estudos mais aprofundados em relação à geodiversidade na área estudada, principalmente para o mapeamento de novas regiões com potencial para uso, com catalogação das pinturas rupestres.

REFERÊNCIAS

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

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

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. Brasília: Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL. Novo Código Florestal. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 11 fev. 2019.

CAMARGO, L. H. R. **A Geoestratégia da Natureza**: a Geografia da Complexidade e a Resistência à possível Mudança do Padrão Ambiental Planetário. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 240p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPECIAIS. **Mapa de Solos da Folha SB.24:** Jaguaribe. Disponível em: <http://www.visualizador.inde.gov.br>. 2018. Acesso em: 10 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal digital do Brasil:** situação em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais. Acesso em: 26 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Geomorfologia.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Usuais: programas para uso em análise ambiental.

Revista Equador, Teresina, v. 5, n. 2, p. 36-60, jan./jun. 2016.

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

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico do Estado do Piauí.** 2. ed. Teresina: CPRM, 2006a.

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

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Resolução nº107/2017.** Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. 2017.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Water Balance. **Publications in Climatology.** New Jersey: Centerton, v. 8, n. 1, 1955.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE (SERVIÇO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS). **Digital elevation:** SRTM 1 Arc-Second Global. 2017. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 23 nov. 2017.

COMPARTIMENTAÇÃO GEOECOLÓGICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI-CEARÁ-BRASIL

Livana Sousa Guimarães

Ernane Cortez Lima

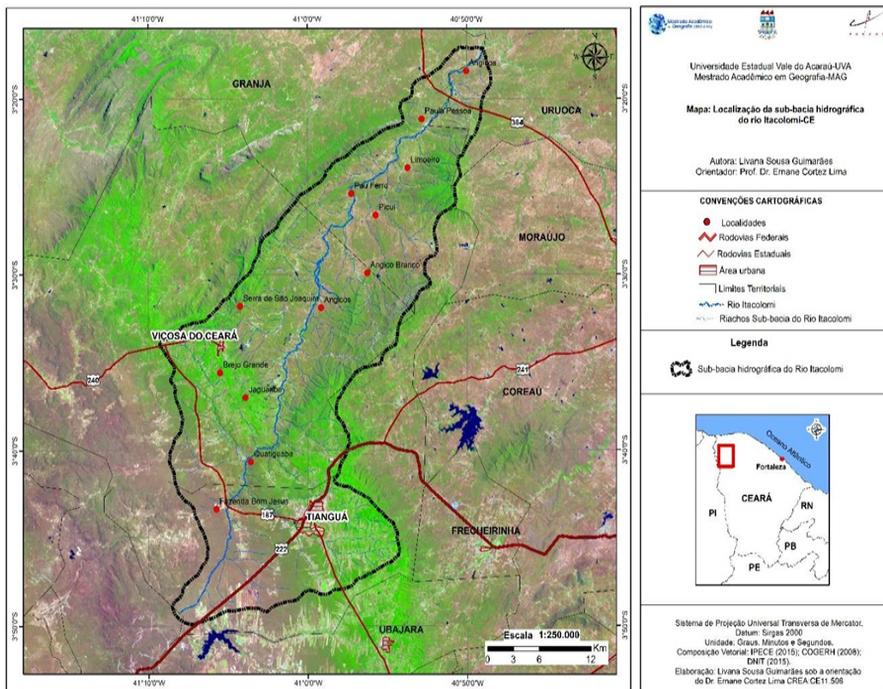
1 INTRODUÇÃO

O nordeste do Brasil apresenta como características: a intermitência sazonal de boa parte de seus rios e riachos, a natureza do embasamento cristalino, elevadas taxas de evaporação e um regime pluviométrico bastante irregular. Nessas circunstâncias, o desenvolvimento de pesquisas nessas áreas é extremamente importante, pois viabilizam planejamentos ambientais com vistas a melhoria da qualidade de vida da população.

Nesse sentido, a sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi localiza-se na região Noroeste do Estado do Ceará, situada nas cartas matriciais da SU-DENE/DGS SA. 24-Y-C-V (Viçosa do Ceará), SA.24-Y-C-III (Granja), SA.24-Y-C-VI (Frecheirinha) e SA.24-Y-C-II (Chaval), correspondendo a uma área de aproximadamente 1.065 km², que compõe o sistema da bacia hidrográfica do rio Coreau. A sub-bacia, objeto de análise, drena parcialmente os municípios de Tianguá, Viçosa do Ceará, Granja e Uruoca, tendo acesso pela BR 222 e CE 187 (Figura 1).

Objetiva-se apresentar a compartimentação geocológica da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, que teve o relevo como critério de delimitação da área.

Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi.



Fonte: Guimarães (2018).

**COMPARTIMENTAÇÃO
GEOECOLÓGICA
DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA
DO RIO
ITACOLOMI
CEARÁ-BRASIL**

*Livana Sousa Guimarães
Ernane Cortez Lima*

mações, mas a organização e análise, objetivando garantir a preservação e conservação do ambiente, sobretudo das bacias hidrográficas.

É imprescindível ressaltar que o planejamento ambiental é um instrumento ou mesmo uma ferramenta efetiva como forma de assegurar a sustentabilidade e um dos principais mecanismos para eficiência da política ambiental, que deve estar planejado de forma sistêmica (RODRIGUEZ, 1994).

Nesse sentido, a abordagem sistêmica faz-se necessária principalmente para romper com o paradigma do conhecimento fragmentado, uma vez que não possui aplicabilidade nos estudos ambientais. E conforme Rodriguez e Silva:

A abordagem de sistemas tem desempenhado um papel importante na descoberta e construção do mundo multidimensional, e de seus vários níveis de realidade em um sistema científico, sendo muito necessário e produtivo no estudo de fenômenos complexos. A estes fenômenos pertencem as paisagens, as interações entre a biota e o ambiente, sociedade e natureza, da humanidade com seu meio ambiente e assim por diante (RODRIGUEZ; SILVA, 2013, p. 22-23).

E baseado nesse pensamento, pode-se dizer que o sistema passa a ser definido como conjunto de elementos que são encontrados nas conexões e ligações entre si que passam a formar uma determinada unidade e integridade (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Por esse ângulo, a geoecologia das paisagens tem como objeto principal de sua análise a paisagem natural, incorporada numa concepção de estudo que a estabelece como uma realidade geográfica de forma integrada. Na perspectiva geoecológica, passa a ser interpretada como uma conexão harmoniosa dos seus componentes e processos, intrinsecamente interligados. Desse modo, para ocorrer sua análise e interpretação é necessária uma abordagem sistêmica (SILVA; RODRIGUEZ, 2011).

E o planejamento ambiental direciona-se a pensar o uso da natureza a partir de uma visão sistêmica e de sua relação com os outros componentes do meio ambiente (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

O planejamento ambiental em bacias hidrográficas deverá estar totalmente voltado para a sua organização espacial, ou seja, o estabelecimento dos diferentes objetos em articulação com os sistemas espaciais e que a

bacia constitui uma conexão sistêmica de objetos e formações espaciais (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Na percepção de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010), a Geoecologia da Paisagem é uma ciência de caráter ambiental, que proporciona uma contribuição fundamental para a análise e diagnóstico das bases naturais de determinado espaço geográfico. Além disso, ela oferece fundamento teórico-metodológico para a realização de ações de planejamento e gestão ambiental que é direcionado à execução de um modelo de uso e ocupação voltado à sustentabilidade socioambiental.

De acordo com Farias, Silva e Nascimento (2015, p. 19), o planejamento ambiental produzido a partir da escala de análise da bacia hidrográfica deve classificar as unidades espaciais, além disso, verificar os principais usos e ocupação em cada compartimentação geoecológica, identificando os problemas e o estado ambiental da área, para posteriormente fazer a elaboração de propostas de “uso e ocupação compatíveis com as potencialidades e limitações” da sub-bacia.

Sendo assim, “a concepção de planejamento ambiental requer uma visão holística, sistêmica e dialética das relações entre natureza e sociedade, com base na ideia de que os sistemas ambientais estão inter-relacionados, formando uma totalidade” (RODRIGUEZ; SILVA, 2013, p. 287). Dessa maneira, o planejamento ambiental é considerado um poderoso instrumento para o processo de gestão dos recursos naturais, que pode vir a contribuir para a conservação e preservação do meio ambiente e, para a sociedade, como meio de buscar alternativas mais sustentáveis que culminarão no seu desenvolvimento.

3 METODOLOGIA

Na presente pesquisa, inicialmente, realizou-se uma revisão teórica dos principais conceitos relacionados à Geoecologia das Paisagens, que tem seu surgimento através dos pressupostos teóricos desenvolvidos pelo cientista russo Dokuchaev, no final do século XIX. Para tanto, ele se utilizou de uma abordagem ecológica da paisagem para análise do uso da natureza, considerando como base o homem e a sociedade. Dessa maneira, a Geoecologia das Paisagens proporciona fundamentos para a elaboração de bases teóricas e metodológicas do planejamento e gestão ambiental que incorporam a sustentabilidade vinculada ao processo de desenvolvimento (RODRIGUEZ; SILVA, 2010).

Para obtenção de material geocartográfico, realizaram-se levantamentos em alguns órgãos, como a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME); o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE); o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE); o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT); a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e *United States Geological Survey* (USGS).

Além disso, efetivaram-se trabalhos de campo voltados ao reconhecimento da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, visando registrar os principais aspectos ambientais e socioeconômicos da área.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A compartimentação geocológica da área da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi foi realizada tendo como base o enfoque sistêmico adotado pela Geocologia das Paisagens, que considera a interação dos fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos. A partir disso, foram definidos conforme a interpretação de imagens de satélite, aspectos de uso e ocupação e levantamentos em campo, quatro unidades geocológicas e suas respectivas feições: superfície de aplainamento, planalto da Ibiapaba, serras subúmidas e planície fluvial.

O relevo foi o critério utilizado na delimitação e distinção das unidades presentes na sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, e é fator geocológico significativo. E, de acordo com Farias (2012), a realização da compartimentação geocológica proporciona uma investigação mais detalhada de cada unidade, além de propiciar a elaboração de medidas mais específicas para a resolução de problemas encontrados em cada unidade, aliando tanto os aspectos ambientais como os fatores econômicos, refletidos nas formas de uso e ocupação do território.

4.1 Planície Fluvial do rio Itacolomi

A planície fluvial é a forma mais característica de acumulação decorrente da ação do rio, ou seja, são áreas de diferenciação regional nos sertões semiáridos e abrigam as melhores condições de solos e de disponibilidade hídrica. Nesse lugares, a vegetação predominante é a mata ciliar, com destaque para as carnaúbas (*Copernicia prunifera*), que se distingue

pela sua significativa importância socioeconômica, tendo em vista suas numerosas possibilidades de utilização (SOUZA, 2000).

São formadas a partir da deposição da ação fluvial, ocorrendo com maior ênfase no baixo curso da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi. Os sedimentos das planícies fluviais são formados em sua grande maioria por areias finas e médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados, siltes, argilas e eventuais ocorrências de matéria orgânica em decomposição (SOUZA *et al.*, 2009).

As planícies fluviais da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi ocupam uma porção de aproximadamente 32 km² (3%), sendo considerada a unidade de menor abrangência na sub-bacia. Estão associados à planície fluvial os neossolos flúvicos, que são solos profundos com alta fertilidade natural. Observa-se que nas proximidades dos recursos hídricos tem-se a utilização de zonas para a agricultura de subsistência com retirada da mata ciliar. Essa unidade foi subdividida em 4 feições: Planície fluvial do rio Quatiguaba, Planície fluvial do riacho Tianguá, Planície fluvial do rio Itacolomi, Planície fluvial riacho Boqueirão.

Nos centros urbanos dos municípios de Tianguá e Viçosa do Ceará, as planícies fluviais sofrem com a ocupação desordenada em áreas de preservação permanente, observa-se que na planície fluvial do riacho Tianguá tem-se trechos bastante impactados com presença de construções dentro da planície de inundação, bem como o cultivo de hortaliças e substituição da mata ciliar por vegetação secundária. Além dessas atividades, é possível identificar a canalização de alguns trechos do riacho Tianguá. Outro impacto nesse riacho é o descarte de efluentes domésticos e de lixo dentro do riacho ou nas suas proximidades.

Na planície fluvial do rio Quatiguaba verifica-se que ainda existem espaços preservadas, estando mais distante do setor urbano. Ele tem suas nascentes que se localizam no planalto da Ibiapaba, no médio curso da sub-bacia, na comunidade de manhoso, pertencente ao município de Viçosa do Ceará, esse rio recebe uma nova nomenclatura, de rio Itacolomi.

As principais limitações relacionadas às planícies fluviais estão atreladas à salinização dos solos e às inundações periódicas. Grande parte dos centros urbanos está situada próxima aos recursos hídricos, constituindo problemas em decorrência dos períodos chuvosos excepcionais. Essas planícies fluviais apresentam os neossolos flúvicos, que são muito

importantes no desenvolvimento das práticas agrícolas devido à disponibilidade hídrica e à topografia plana (BASTOS; CORDEIRO, 2015).

As demais planícies fluviais que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi não apresentam grandes diferenças entre si e possuem um bom estado de conservação se comparadas às planícies do rio Quatiguaba e riacho Tianguá, visto que estão em áreas mais afastadas dos centros urbanos.

4.2 Depressão Sertaneja do médio/baixo curso da sub-bacia

Tratando-se dessa unidade geocológica na área de estudo, a depressão detém acentuada diversificação litológica, amplamente submetida às condições semiáridas quentes, com forte irregularidade pluviométrica e com canais fluviais dotados de intermitência sazonal (SOUZA, 2000).

A depressão sertaneja, também conhecida como superfície de aplainamento, resulta do processo de pediplanação. A dinâmica desse processo envolve a ação do intemperismo físico sobre as rochas, associado às altas temperaturas e aos ventos, promovendo sua erosão, transporte do material erodido para as calhas fluviais e, posteriormente, depósito do material nas partes mais rebaixadas do relevo (SOUZA, 2018).

A sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi é a segunda maior unidade geocológica em termos de abrangência, ocupando aproximadamente, 397 km² (37% da porção total), visto que são as zonas mais rebaixadas da sub-bacia, proporcionando diferentes utilizações nesse ambiente. Essa unidade foi subdividida em 3 feições: depressão sertaneja do boqueirão, depressão sertaneja do manhoso e depressão sertaneja do limoeiro.

Na depressão sertaneja podemos ressaltar a utilização de locais para a prática da agricultura de subsistência e pecuária, com a criação de bovinos e caprinos. Outro problema que merece destaque é o desmatamento indiscriminado. De acordo com Souza (2000), esta prática compromete seriamente a capacidade produtiva dos solos, visto que estão associados às queimadas, que conduzem ao empobrecimento do solo.

É oportuno salientar que os principais impactos ambientais na depressão sertaneja são de ordem antrópica, destacando-se o desmatamento, queimadas, a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal, estando diretamente associados à intensificação dos processos erosivos.

Por causa dos desmatamentos e da ocupação indevida da depressão sertaneja, houve uma significativa antropização das paisagens. Ressalta-

-se que, apesar dessa ocupação, é possível destacar as potencialidades com o desenvolvimento das atividades da pecuária extensiva, extrativismo vegetal, que estão associados com fertilidade natural média dos solos, sendo que estas atividades devem ocorrer em áreas apropriadas e com manejo adequado.

4.3 Planalto da Ibiapaba

O planalto da Ibiapaba, de natureza sedimentar, estende-se por toda a porção ocidental do Ceará, sendo fronteira com o estado do Piauí. A área do enclave úmido é estreita e abrange principalmente a porção setentrional da chamada Serra Grande (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

O planalto da Ibiapaba é a unidade geoecológica mais abrangente na sub-bacia, apresenta 524 km² de extensão, equivalente a 49% da área. É uma superfície elevada com altitudes que variam em torno de 760-960 m. Essa unidade foi subdividida em 3 feições: planalto da Ibiapaba em Tianguá, planalto da Ibiapaba em Quatiguaba, planalto da Ibiapaba em Viçosa do Ceará.

O uso e ocupação no planalto da Ibiapaba são decorrentes da retirada da vegetação para a preparação de áreas para o cultivo de hortaliças e plantas frutíferas, promovendo uma significativa perda da biodiversidade com a intensa utilização dos recursos naturais presentes nesse ambiente. A ocupação dessas regiões provoca uma série de danos à dinâmica ambiental dessa unidade, onde verifica-se em Tianguá acentuado grau de degradação dos recursos hídricos, com a canalização dos principais cursos d'água inseridos na zona urbana, nas proximidades de algumas nascentes do rio Itacolomi. No riacho São José há presença de locais para produtividade da horticultura e fruticultura.

Outro impacto presente no planalto da Ibiapaba é a construção de moradias em regiões características das planícies de inundação, correspondentes às áreas de preservação permanente (APP). As porções urbanas configuram-se como verdadeiras fontes de poluição para os recursos hídricos, devido à grande quantidade de efluentes que são lançados nos cursos fluviais.

Sabe-se que as feições geoecológicas delimitadas no planalto da Ibiapaba em áreas de Tianguá, Viçosa do Ceará e em Quatiguaba não apresentaram entre si grandes diferenciações, verifica-se praticamente os mesmos problemas ambientais, principalmente relacionados aos recursos hídri-

cos, com desmatamento da mata ciliar, ocupações indevidas em locais impróprios, problemas com o despejo de efluentes em cursos fluviais. Nota-se que nas áreas mais afastadas dos centros urbanos têm-se espaços com bom estado de conservação, colaborando com a dinâmica natural dessa unidade geocológica.

4.4 Serras subúmidas de Umari, Dom Simão e São Joaquim

Definidas por Souza (2007) como áreas dispersas na depressão sertaneja, apresentando relevos dissecados em colinas e cristas, que foram desenvolvidas em rochas do embasamento cristalino. Seu revestimento vegetal de mata seca ou caatinga arbórea foi fortemente descaracterizado pelo uso agrícola.

As serras subúmidas presentes na sub-bacia ocupam uma área de 144 km², equivalente a 13% desse ambiente, sendo a terceira unidade geocológica com maior abrangência. Essa unidade foi subdividida em três feições: serra subúmida de São Joaquim, serra subúmida de Umari e serra subúmida de Dom Simão.

Devido à declividade do relevo, ocorrem “vazios urbanos”, pois apresentam vertentes bastante íngremes, dificultando a formação dos solos, promovendo a inibição de práticas agrícolas nesse ambiente. Ressalta-se a importância desse relevo, visto que possui um considerável número de nascentes que compõem a drenagem da sub-bacia (CLAUDINO- SALES; LIRA, 2010).

As unidades geocológicas apresentam sérios problemas de desmatamento, de uso e ocupação em áreas indevidas, problemas com lixo, esgotos, que comprometem o estado ambiental dessas unidades. A partir dessa análise, foi possível a elaboração do quadro 1, com as características, impactos e a compartimentação geocológica da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi.

Quadro 1 - Quadro das Unidades Geoecológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi.

Unidades Geoecológicas	Principais Características	Impactos Identificados	Imagem
Planícies Fluviais	<p>-Área plana com depósitos aluviais, geralmente são revestidos por matas ciliares.</p> <p>-Área com razoável potencialidade hídrica.</p> <p>-Apresenta potencialidades para o extrativismo vegetal sustentável.</p>	<p>Degradação da mata ciliar;</p> <p>Despejo de efluentes domésticos;</p> <p>Expansão urbana nas áreas de preservação permanente;</p> <p>Assoreamento.</p>	
Serras Subúmidas	<p>-Domínio que apresenta 144 km² ocupando 37% da sub-bacia.</p> <p>-Áreas com alta susceptibilidade à erosão do solo.</p>	<p>Desmatamento;</p> <p>Queimadas;</p> <p>Erosão dos solos.</p>	
Depressão Sertaneja	<p>-Superfície plana, elaborada por processos de pediplanação, com grande variação de litologia.</p> <p>-Segundo domínio de maior abrangência na sub-bacia com 397 km² de extensão.</p>	<p>Desmatamento;</p> <p>Queimadas;</p> <p>Compactação dos solos;</p> <p>Perda da biodiversidade.</p>	
Planalto da Ibiapaba	<p>-Superfície plana, de topo coincidente, com a estrutura geológica, limitada a leste por escarpas erosivas e trabalhadas por processos de pediplanação.</p> <p>-Relevo dissimétrico</p>	<p>Desmatamento;</p> <p>Perda da biodiversidade;</p> <p>Riscos de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos;</p> <p>Empobrecimento dos solos.</p>	

Fonte: Guimarães (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensa utilização dos recursos naturais pelo homem pode acarretar impactos no meio ambiente, por isso que, em decorrência dessa exploração acentuada dessas riquezas, tornam-se relevantes os estudos em bacias hidrográficas. Esses patrimônios possuem seus limites, sendo necessário propor algumas medidas para amenizar ou diminuir os impac-

tos provocados pela ação antrópica que resulta na descaracterização da paisagem.

Dentro do que foi exposto, o estudo integrado da paisagem na sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi possibilitou evidenciar o cenário atual notadamente modificado pela ação antrópica, apresentando níveis de degradação diferenciados em cada unidade geoecológica.

Contudo, o quadro ambiental da sub-bacia é alarmante, tendo em vista as limitações apresentadas nas unidades geoecológicas e as intensas formas de uso e ocupação que vêm sendo praticadas. Vários problemas de ordem socioambiental vêm atingindo a população, como a poluição, contaminação dos recursos hídricos, queimadas, desmatamentos, ocupações em áreas protegidas por lei, entre outros.

REFERÊNCIAS

BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N. Processos Naturais de Formação das Paisagens no Semiárido Brasileiro: Uma Abordagem Geral. *In*: CORREIA, Luiz José de Almeida; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de; MARIA, Judária Augusta (Org.). **Evolução das Paisagens e Ordenamento Territorial de Ambientes Interioranos e Litorâneos**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015, v. 01, p. 201-215.

CLAUDINO-SALES, V.; Lira, M. V. Megageomorfologia do Noroeste do Ceará: Glint da Ibiapaba, Superfície de Aplainamento e Maciços Cristalinos em Questão. *In*: III Encontro Latino-Americano de Geomorfologia/VIII SINAGEO, 2010, Recife. **Anais...**, 2010. v. 1. p. 1-15.

FARIAS, J. F. **Zoneamento geoecológico como subsídio para o planejamento ambiental no âmbito municipal**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2012.

FARIAS, J. F.; SILVA, E. V.; NASCIMENTO, F. R. **Caracterização de Sistemas Ambientais como Base Metodológica para o Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas Semiáridas**. Revista Geoamazonia, v. 3, p. 14-27, 2015.

GORAYEB, A. **Análise integrada da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté: Amazônia Oriental – Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2008.

LEAL, A. C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema**. 2000. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LEAL, A. C. **Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada “Dinâmicas socioambientais, das inter-relações à interdependências”, 2012, Dourados. CD Rom do XIV SBGFA. Dourados, 2012. p. 1-21.

LIMA, E. C. **Planejamento Ambiental como subsídio a Gestão Ambiental da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, UFC. Fortaleza, 2012. p. 201.

LIMA, E. C. **Análise e Manejo Geoambiental das Nascentes do Alto rio Acaraú: Serra das Matas Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UECE, Fortaleza - 2004.

LIMA, E. C.; SILVA, E. V. **Estudos Geossistêmicos Aplicados à Bacias Hidrográficas**. Revista Equador, v. 4, p. 3-20, 2015.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.). **Conceito de Bacia Hidrográfica: Teoria e Aplicações**. 2. ed. Ilhéus: Editus/UESC, 2008, v. 1, p. 17-35.

RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento ambiental como campo de ação da geografia. In: 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, 1994, Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba: AGB, 1994, v. 1, p. 582-594.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Org.).

Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. Problemática, tendências e desafios**. Edições UFC, Fortaleza: 2010, p. 241.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Geoecologia da Paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central (online)**, v. 2, p. 1-12, 2011.

SOUSA, F. R. C. **Modelagem do sistema hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Coreau (Ceará – Brasil):** Vulnerabilidade versus planejamento ambiental. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, 2018.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: Edit. FUNCEME, 2000. p. 5-104.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. *In*: SILVA, J. B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Atual. - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 127-140.

SOUZA, M. J. N. *et al.* **Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará**. 1. ed. Fortaleza, FUNCEME, 2009, v. 1. p. 52.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semiárido do Nordeste Brasileiro. **Mercator**, v. 09, p. 85-102, 2006.

1 INTRODUÇÃO

Definiu-se como estudo todo território da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, partindo da montante da sub-bacia até a jusante, que se encontra com a rede de drenagem do açude Paulo Sarasate, incluindo os afluentes do rio Batoque, que é um dos cursos fluviais barrado. Com o intuito de elaborar uma análise socioambiental com melhor detalhamento, quantificaram-se os lugares ocupados pela população ribeirinha no entorno da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, assim como em toda a sede do município de Hidrolândia, este privilegiado com toda a da pesquisa, realizando levantamentos dos aspectos econômicos e sociais, como também culturais.

Fundamentado na identificação da área em estudo, torna-se relevante um conhecimento mais aprofundado a respeito do uso dos recursos hídricos nesse local, além de pesquisas e observações da sua situação atual, pois se trata de um elemento essencial à sobrevivência e o desenvolvimento antrópico, em virtude da dependência de sua dinâmica para consumo e produção da agricultura de subsistência, embora não se tenha uma preocupação das políticas públicas em conservá-lo.

A partir de tais abordagens pretende-se discutir também a importância da água na vida humana e no âmbito social, buscando levar ao conhecimento da população, para assim, trabalhar na perspectiva da preservação ambiental, pois muitos problemas são oriundos de falta de conhecimento ao lidar com os recursos hídricos de forma adequada, sem prejudicar os outros elementos da natureza que fazem parte de uma integração sistêmica.

As leituras para base metodológica envolvem autores que já desenvolveram pesquisas sobre as temáticas abordadas. No que diz respeito à abordagem da integração sistêmica será estudado em Bertrand (1968), Ab'Saber (1977), Ribeiro (1974 e 2004), Rougeire e Beroutchachvili (1991) Sotchava (1974, 1977), Monteiro (2000), Nascimento (2001) e Souza (1985 e 1988) ambos por discutirem a teoria geossistêmica assim como sua aplicação, Tricart (1960) por discutir e propor a ecodinâmica das paisagens, Gonçalves (2001) por tratar da relação sociedade- natureza, Duque (1949) por discutir a relação sociedade natureza no nordeste semiárido e Lima

**DIAGNÓSTICO
SOCIOAMBIENTAL
DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA
DO RIO BATOQUE,
HIDROLÂNDIA-CE**

*Ana Mesquita Paiva
Ernane Cortez Lima*

taxa de mortalidade infantil por mil nascidos vivos é de 16,76, e a taxa de internação de maiores de 40 anos por 10 mil habitantes é de 21,86 em 2016, ano da última pesquisa realizada pelo IPECE.

Em relação à educação, o município de Hidrolândia conta com 240 docentes, 40 da rede Estadual de ensino, 179 da rede municipal e 25 da particular. Alunos com matrícula inicial em 2016 foram 4.531. A maioria das escolas conta com uma infraestrutura bem simples, com pouco desenvolvimento tecnológico e didático.

Os índices de desenvolvimento do município em destaque têm como fontes o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Juntos, apresentam os seguintes dados:

Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) – 2016: 21,33;

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) - 2010: 0,597;

Índice de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) – 2015: 0,749;

Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R) – 2015: 0,545.

Com índices de Desenvolvimento relativamente baixos, também apresenta rendimentos baixos para as famílias, contando apenas as famílias extremamente pobres (com rendimento domiciliar *per capita* mensal de até R\$ 70,00), no censo demográfico de 2010 do IBGE, tem-se um total de 5.555 domicílios, com 28,75% sendo considerada população extremamente pobre, um número bem maior que a porcentagem do estado, que tem apenas 17,78% considerados extremamente pobres.

Essa pobreza da população muito se deve à falta de emprego e renda formais, as atividades praticadas com salários em trocas são pouquíssimas, o município conta apenas com 1.260 empregos formais. A maioria desses empregados está numa faixa etária de 30 a 39, 40 a 49 e 50 a 64 anos (dados fornecidos pelo Ministério do Trabalho, IPECE-2016).

A falta de emprego muitas vezes deve-se à decadência na indústria e no comércio. O município de Hidrolândia conta com 27 empresas industriais ativas no total, uma da construção civil e 26 da transformação, e conta com um total de 469 estabelecimentos comerciais, todos varejistas, a maioria são apenas familiares, que não oferecem emprego a pessoas de outros domicílios.

Na área da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque estão inseridas 14 localidades do município, contando com a sede, são eles: Hidrolândia

(sede municipal), Santa Tereza, Tartaruga, Pau-D'arco, Barro Branco, Argolinhas. Alto Alegre, Nova, Pedras, Morro, Batoque, Amarante, Galhuda e Saco do Meio. Com esse número de comunidades na sub-bacia, pode-se perceber a preferência das pessoas de se instalarem próximo a locais que possuam recursos hídricos, pois suas características biológicas possuem mais fatores de exploração.

O processo de destruição dos recursos naturais da região Nordeste do Brasil, como também de quase toda a faixa litorânea brasileira, se deu com a ocupação lusitana a partir do século XVI, trazendo consigo e instaurando na região dissensões jamais vistas. Sem objetivo de fixação, ainda ficou mais claro que o objetivo crucial dos europeus em terras nacionais era expropriar os recursos naturais sem a menor intenção de preservação.

O pensamento descrito acima corresponde à reflexão de Souza (2000) ao analisar que no Ceará, de modo geral, as áreas naturais já não possuem suas condições originais. Muitas das características dependem de atividade antrópica intensa e de um processo histórico de ocupação bastante antigo, capaz de modificar significativamente a paisagem de um determinado geossistema.

A paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque dispõe de diversas características que são naturalmente integradas umas às outras. Com a formação da geologia na Era Proterozóica, em seu potencial ecológico, possui uma geomorfologia composta por depressão sertaneja, planície fluvial do rio Batoque e a presença de inselbergs, apresenta o clima Tropical Quente Semiárido, chuvas irregulares e mal distribuídas concentradas de janeiro a maio, e escassez nos outros sete meses do ano.

Durante a exploração biológica foram identificados quatro tipos de solo na extensão da sub-bacia, os Planossolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Luvisolos, e quatro feições fitogeográficas distintas: Caatinga Arbustiva Aberta e Arbustiva Arbórea, Mata Ciliar e Mata Ciliar de Várzea. Quanto à fauna, é composta por seres adaptáveis aos ecossistemas encontrados na área de estudo.

E são essas características aqui apresentadas que interferem diretamente nas práticas socioeconômicas e culturais que são desenvolvidas na área de estudo, assim como as ações antrópicas são responsáveis por diversas mudanças no ecossistema local. É assim que se percebe a integração que há entre todos os elementos, incluindo o ser humano, tornando-o parte desta natureza, e não apenas um agente explorador.

3 MATERIAL E MÉTODO

A metodologia adotada consiste no levantamento bibliográfico direcionado acerca do assunto abordado, orientou-se por consultas a livros impressos, digitalizados e diversas revistas eletrônicas, teses, dissertações e sites. Tendo início na abordagem teórica no entendimento da Teoria Geossistêmica, onde se obtém a percepção do vínculo dos fatores naturais da área de estudo, onde a mesma encontra-se localizada na região norte do estado do Ceará, especificamente no município de Hidrolândia.

Na presente pesquisa, a teoria sistêmica contribuiu como base teórica, resultando na elaboração de propostas de medidas sustentáveis, no planejamento e gestão socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, Hidrolândia-CE, procurando a interdisciplinaridade numa visão de síntese no conjunto do espaço geográfico em estudo.

Dessa forma, foi organizado um acervo de dados dos aspectos ambientais, socioeconômicos e históricos do município de Hidrolândia, onde a sub-bacia está inserida. Para obtenção de material, recorreu-se a alguns órgãos, como a Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE); Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Os trabalhos de campo foram essenciais, ocorrendo no decorrer da pesquisa, abarcando todo o recorte espacial feito na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque. No trabalho de campo foram utilizadas as cartas matriciais da SUDENE/DSG, SB.24-V-B-I (Santa Quitéria) e SB-24-V-B-IV (Tamboril). Além disso, foi realizado todo o levantamento socioambiental desde o seu alto curso, onde estão localizadas as principais nascentes do rio Batoque até sua foz, onde deságua no Açude Paulo Sarasate (Açude Araras).

Quanto aos impactos ambientais, dá-se de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA 001 de 23/01/1986 – Art. 1º, considerando-os como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humana.

As ações propostas tiveram como objetivo principal estabelecer possibilidades de uso dos recursos naturais, permitindo utilizar-se de seus

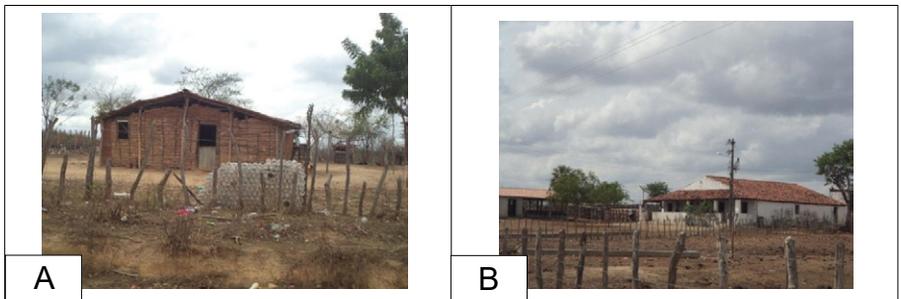
potencias respeitando suas limitações, gerando diretrizes para o planejamento e gestão ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 14 localidades inseridas na área da sub-bacia são providas de características distintas entre si. Apenas uma é zona urbana, a sede municipal de Hidrolândia-CE, as demais são todas comunidades da zona rural.

As residências, na grande maioria, são de alvenaria, mas ainda encontra-se com facilidade residências de taipa, principalmente na zona rural, como pode ser percebido na Figura 1.

Figura 1 - Arquitetura domiciliar da área da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque.



A- Casa de taipa; B – Casa de alvenaria.

Fonte: Mesquita, 2018.

Quanto aos serviços, como saneamento básico ambiental, estes praticamente não existem, com raras exceções aparecem em alguns locais, como também água encanada, caixas-d'água para a comunidade, estas gerenciadas pela Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. É comum a presença de pequenos chafarizes para abastecer as comunidades rurais.

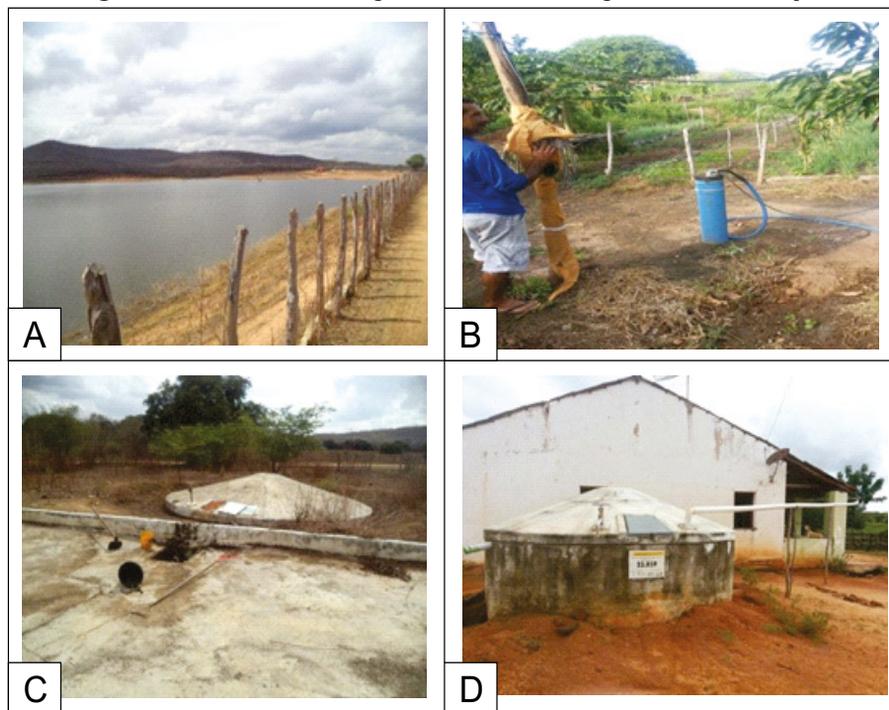
Destaca-se também a prática de barramentos em forma de pequenos açudes e barragens, que é visivelmente constatada na área. A formação desses pequenos reservatórios visa uma maior acumulação de água para as necessidades básicas das pessoas que têm acesso, para a prática da pesca e a dessedentação de animais nos meses de estiagem. Também há uma perceptível presença de poços artesianos, particulares e públicos, que são bem eficazes num período de estiagem prolongada. E uma grande quantidade de cisternas, que é uma tecnologia de convivência com o semiárido muito distribuída por diversos programas governamentais.

Atualmente, são perceptíveis os avanços das tecnologias consideradas propícias para o semiárido, provindas da necessidade de abastecimento hídrico para a população sertaneja, como captação de água para consumo, para agricultura irrigada de subsistência e para pequenas criações de animais, sendo sempre pensada a preservação ambiental de elementos naturais, como solo e vegetação.

Segundo a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), as tecnologias de convivência mais utilizadas para a captação de água são as Cisternas de placas, Cisterna de placas calçadão, Cisternas de enxurrada, Barragem subterrânea, Barragens sucessivas, Barreiro trincheira, Tanques de pedra.

De acordo com Falcão Sobrinho, o “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais” é uma iniciativa combinada de organizações da sociedade civil e governos. Tem como proposta construir cisternas de placa para coletar água de chuva como forma de viabilizar o acesso à água para a população rural do semiárido brasileiro, e vem se notabilizando por sua aplicabilidade e eficiência.

Figura 2 - Reservatórios de água na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque.



A – Barragem particular; B – Poço artesiano particular;
C – Cisterna calçadão; D – Cisterna de Placa.

Fonte: Mesquita, 2018 e 2019.

Na Figura 2 podem ser observados alguns dos tipos de reservatórios de água encontrados na área de estudo da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, Hidrolândia-CE.

As principais atividades socioeconômicas envolvem a prática da agricultura de subsistência, a criação extensiva e a extração madeireira. Apesar de toda a adversidade proporcionada pela semiaridez, a agricultura desponta como importante alternativa de sobrevivência, desafiando muitas vezes a fertilidade e aptidão dos solos. Vale ressaltar que esta se intensifica em épocas chuvosas, mesmo porque a falta de água, aliada às altas temperaturas, não oferece condições mínimas de plantio. Como culturas mais comuns, ou mais adaptadas, ou até mesmo menos exigentes, encontram-se o milho, o feijão.

Além desta, encontram-se em áreas mais rebaixadas, mais precisamente leitos secos de rios e riachos, plantações de bananeiras, mangueiras e diversificados tipos de capins, principalmente no baixo curso do rio Batoque, próximo ao Açude Araras, para alimentação dos bovinos e caprinos. Esses produtos acabam auxiliando como subsídios à sobrevivência durante boa parte do ano. Quanto ao excedente, que em muitas das vezes é mínimo, ele é vendido e/ou trocado.

A agricultura de subsistência, ainda na atualidade, é desenvolvida por meio de técnicas tradicionais, através do desmatamento, coivaras e, logo em seguida, a queima da vegetação, isso acaba evidenciando um desequilíbrio ambiental e acelerando os processos erosivos naquele ecossistema, como também a posteriori assoreando as nascentes dos recursos hídricos.

O extrativismo de madeira também é amplamente constatado na região utilizado para produção de carvão vegetal, como também na revitalização dos apriscos dos animais e na delimitação territorial das propriedades dos moradores através de estacas e arame farpado.

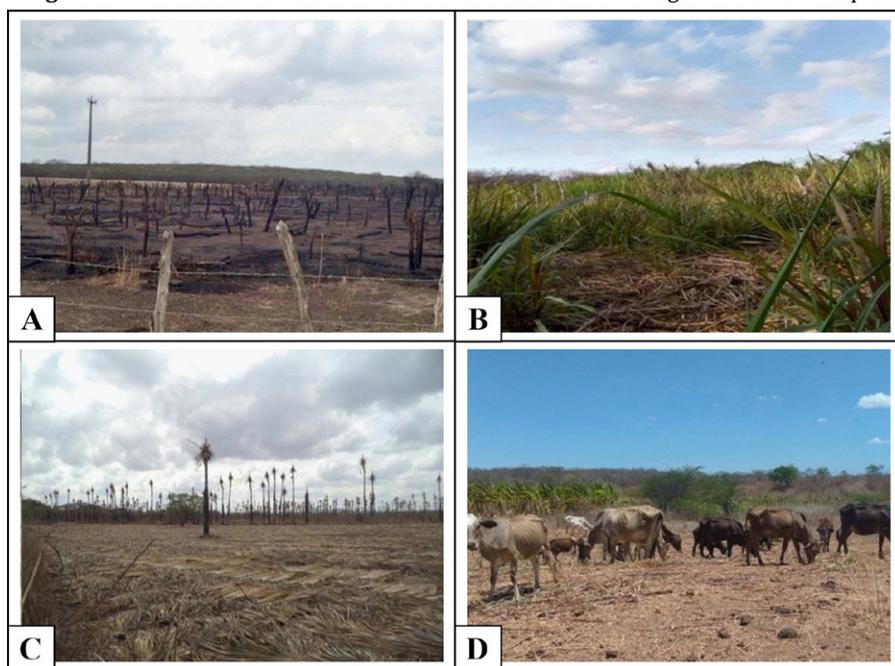
O desmatamento é utilizado como forma mais rápida de preparar o terreno para o cultivo, através da derrubada da vegetação para a prática da agricultura de subsistência. O desmatamento em áreas próximas ao dique marginal provoca o assoreamento dos recursos hídricos devido à retirada da mata ciliar, provocando o carreamento de sedimentos. O processo de voçorocamento, também está associado à prática de agricultura de subsistência devido à retirada da vegetação, sendo identificadas ravinas e sulcos nas áreas com relevo plano, nos denominados “roçados”.

Quanto à pecuária, esta é exercida através de pequenos rebanhos, de cerca de 30 a 50 cabeças por proprietário, segundo entrevistas realizadas com ribeirinhos, de forma extensiva, tendo-se essa prática como tradição. Em época de seca intensa, a maioria desses pequenos criadores passa a ter o prejuízo parcialmente e/ou totalmente suas criações por falta de alimentação e água.

O extrativismo ainda é muito praticado, destaque na utilização da palha da carnaúba, resultando na fabricação de chapéu de palha, cestas e vassouras, dando sustento a muitas famílias. A fabricação de carvão acontece em áreas isoladas e em pequena escala, geralmente para o consumo familiar. Quando este chega a ser vendido, destina-se ao abastecimento de padarias churrascarias e residências particulares em cidades com maior número de habitantes.

Na figura 3, podem ser notadas algumas práticas agrícolas percebidas em campo:

Figura 3 - Práticas econômico-culturais na área da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque.



A - Preparação do solo para plantação de milho e feijão; B - Plantação de pasto para pecuária; C - Retirada da folha da carnaúba; D - Pecuária. **Fonte:** Mesquita, 2018.

A pesca frente à quantidade de barragens é modesta em todas as comunidades existentes, exceto em Santa Tereza, a qual se localiza as margens da Barragem Paulo Sarasate, que possui até Associação dos Pescadores, onde há inclusive a venda do excedente de seu consumo para feiras em cidades vizinhas.

Mas, segundo moradores ribeirinhos, faltam peixes, que já existiram em mais abundância, mas de alguns anos para cá, a espécie mais encontrada é a Tilápia. Mesmo assim, existem barcos de pesca com seus respectivos pescadores no entorno do açude. Os barcos também são utilizados como transporte de pessoas e de pequenas mercadorias, entre outros, de uma comunidade a outra, uma vez que o açude apresenta uma topografia entrecortada, favorecendo esse tipo de transporte. Apesar de tanta água disponível no açude Paulo Sarasate, a maioria dos moradores das comunidades do baixo curso do rio Batoque são agricultores, e não pescadores, ou seja, esperam o período chuvoso para plantar.

Diante dos impactos socioambientais causados pelas práticas socioeconômicas na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, percebeu-se a necessidade de elaboração de propostas de medidas sustentáveis, com o intuito de gerar instruções para o planejamento e gestão ambiental.

As ações propostas têm como objetivo principal estipular possibilidades de uso dos recursos naturais, permitindo a utilização de seus potenciais, respeitando suas limitações. Desta maneira, especificam-se os principais impactos, os problemas socioambientais relacionados e os objetivos inseridos nas ações propostas.

As propostas de medidas sustentáveis estão organizadas por subtópico, especificamente, cada impacto ambiental diagnosticado.

4.1 Desmatamento e Queimadas

- Composição e preservação da mata galeria, por serem áreas de controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos carregados aos cursos d'água. E, também, regiões que agem como controladora da erosão dos diques marginais fluviais, permitindo a recarga dos aquíferos (LIMA, 2012);
- Estabelecer e implantar APPs de acordo com a Lei Federal nº 12.651, de 28 de maio de 2012;
- Disseminar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o sistema de plantio direto, o sistema agrossilvipastoril, práticas de rale-

amento, ou seja, alternativas que possam evitar o desmatamento e as queimadas;

- Criar incentivos de reflorestamento dos espaços degradados com componentes do revestimento vegetal primário.

4.2 Degradação do Solo

- Implantação das APPs, tanto para as matas ciliares como para as áreas de topos de morros e de encostas;
- Desenvolver técnicas de cultivo que promovam a conservação dos solos, como plantio direto ou em patamar, curvas de nível; destacando que tal procedimento resultará em melhor germinação das sementes, melhor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, redução dos custos e trabalho (LIMA, 2012);
- Identificar as áreas prioritárias para que se possam tomar medidas de controle da erosão e correção do solo;
- Buscar meios de incentivos a promoção da educação ambiental nos currículos escolares.

4.3 Caça e Pesca predatória

- Através de órgãos públicos responsáveis, estabelecer condições específicas para a pesca de forma a priorizar o pescador local, ou seja, priorizar a pesca para a população ribeirinha;
- Ações conjuntas entre órgãos públicos, ONGs e escolas, abarcando a comunidade de maneira geral, buscando sensibilizar a população para preservação da biodiversidade e a importância de preservar os animais silvestres;
- Dentre as ações, buscar sensibilizar os “caçadores” para evitar a morte de filhotes ou de fêmeas.

4.4 Falta de Saneamento Básico e Produção de Resíduos Sólidos

- Melhorar o sistema de saneamento básico na zona urbana e rural;
- Construção de poços tabulares públicos de uso múltiplo;
- Aumento na construção de cisternas para armazenar água na zona rural, água essa que não seria destinada apenas ao uso humano;
- Implantação e elaboração de projetos que visem à construção de fossas sépticas, de maneira mais intensa na zona rural;
- Construção de lagoas para estabilizar os efluentes, sendo que eles deverão ser tratados por profissionais, que seriam responsáveis pela escolha adequada do local de construção, respeitando certa distância das residências (RODRIGUES, 2016);

- Elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de acordo com a lei nº 12.3051, de 2 de agosto de 2010, segundo a qual se deve elaborar um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados na área, tendo em vista a origem, o volume, caracterização, destinação e disposição;
- Identificar regiões favoráveis para a disposição dos resíduos sólidos, que sejam ambientalmente adequadas;
- Promover campanhas de sensibilização da população para a importância da coleta seletiva e, por meio de organizações de catadores, promover a capacitação destas pessoas, possibilitando melhores condições de trabalho e melhor rendimento.

Para efetivação das propostas, ressalta-se a importância de promoção de ações voltadas para a sociedade, que envolvam a educação ambiental, criação de infraestrutura básica nas áreas rurais, elaboração e implantação do plano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos para a sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, ressaltando a importância e necessidade de propostas do zoneamento ambiental, assim como o desenvolvimento de trabalhos científicos com riqueza de detalhamento e levantamento de dados resultantes tanto de gabinete como em campo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa conclui que as práticas culturais socioeconômicas de um determinado local são estabelecidas de acordo com a quantidade de recursos hídricos disponíveis. A sub-bacia hidrográfica do rio Batoque apresenta potencialidades e limitações para as práticas socioeconômicas que são utilizadas pelas comunidades que pertencem a sua área, e diante disso foram estabelecidas algumas propostas de medidas sustentáveis para cada impacto socioambiental diagnosticado.

Ressalta-se que a sub-bacia hidrográfica do rio Batoque constitui-se um importante sistema hidrográfico, uma vez que é utilizada por parte da população hidrolandense como fonte de sobrevivência, visto que próximo aos seus afluentes tem-se a utilização de espaços para a agricultura de subsistência. O rio principal drena a zona urbana do município de Hidrolândia, além de abastecer a Barragem do rio Acaraú (Paulo Sarasate), que fornece água para cinco municípios do estado do Ceará.

Contudo, espera-se contribuir com futuros trabalhos científicos, assim como contribuir com atuação de órgãos públicos que visem promover ações de medidas sustentáveis, possibilitando o desenvolvimento sustentável da área em estudo.

Agradecimentos: À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977. [Republicado em *Vegetalia*, São José do Rio Preto, SP, n. 15, p. 1-20, 1980].

BERTRAND, Georges. Paysage et Géographie Physique Global. Esquisse Méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest**. Toulouse, France. 39 (3). 1968. p. 249-272.

COGERH, **Companhia de Gerenciamento de Águas do Estado do Ceará** – 1998. DUQUE, José Guimarães. **Solo e água no polígono das secas**. Fortaleza, ed. M.V.O.P 1973.

FUNCEME – **Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos**. 2019. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias>. Acesso em: 7 jan. 2018.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (Des)caminhos do Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 1989.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 21 jul. 2018.

IPECE – **PERFIL BÁSICO MUNICIPAL 2016**. Elaboração: Claudia Maria de Pontes Viana Fátima Juvenal de Sousa Kathiuscia Alves de Lima Margarida Maria Sérgio do Nascimento. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Hidrolandia_2016.pdf. Acesso em: 15 abr. 2018.

LIMA, E. C.; SILVA, E. V. Estudos Geossistêmicos Aplicados a Bacias Hidrográficas. **Revista Equador**, v. 4, p. 3-20, 2015.

LIMA, E. C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal Do Ceará – UFC. Fortaleza. 2012.

LIMA, E. C. **Análise e Manejo Geoambiental das Nascentes do Alto rio Acaraú Serra das Matas -CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, UECE, 2004.

MONTEIRO, Carlos, de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000. 127 p.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Método em questão. O uso da teoria dos sistemas em Geografia: o caso da Geomorfologia**. Fortaleza. UFC (monografia), 135 f. 2001.

RIBEIRO de M., D. **Geossistemas: sistemas territoriais naturais**. UFMG-BH, 1974 online: <http://www.sites.uol.com.br/ivairr/dirce.htm>. Consultado em 21/03/2018.

ROUGEIRE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Geosystemes et Paysages: Bilian et Méthodos**. Paris: Armand Colin, 1991. 302 p.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 1977. 51 p. (Métodos em Questão, 16).

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1978.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: LIMA, Luiz C; MORAIS, Jäder O. SOUZA, M. J. Nogueira de (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. p. 5-104.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Contexto geoambiental do semiárido do Ceará: problemas e perspectiva**. *In*: FALCÃO SOBRINHO, José e COSTA FALCÃO, Cleire Lima da (Org.) **Semiárido: Diversidades, Fragilidades e Potencialidades**. Sobral Gráfica, Sobral, 2006.

SOUZA, Marcos J. N. **Procedimentos metodológicos para estudos integrados das Condições Ambientais**. Proposta apresentada ao grupo de trabalho do PDCT-NE-21 da Universidade Federal do Ceará, 1985.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro IBGE/SUPREN. 1977. 91p.

TRICART, J. **Principes et méthodes de l geomorphologie**. Paris: Masson ed., 1965, 201p.

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga, além de ser apontado como um dos mais críticos em termos de conservação da biodiversidade, é também considerado o mais insuficientemente estudado em termos da distribuição da sua cobertura atual, sobretudo no que se refere ao seu mapeamento em nível de mesodetalhes. Esse conhecimento básico é fundamental para monitorar o uso, localizar e quantificar os remanescentes da cobertura vegetal e sua dinâmica. Informações essas consideradas imprescindíveis para o planejamento ambiental, sobretudo para o controle e o manejo da sua biodiversidade (CARVALHO; PINHEIRO, 2005).

Por outro lado, os remanescentes de vegetação de caatinga podem estar com a qualidade ecológica, econômica e social comprometida, isto é, com baixa variabilidade de espécies, assim como também com baixo valor de biomassa. Sabe-se que ela sustenta a economia de grande parte do nordeste semiárido, principalmente no que se refere ao fornecimento de energia, no entanto, atualmente poucos estudos têm sido realizados em relação ao estado e estoque atual da sua vegetação.

A degradação da vegetação de caatinga não necessariamente se consolida apenas com o desmatamento total, mas também com o corte seletivo de espécies de interesse comercial. Atualmente, pode-se afirmar que áreas com cobertura vegetal não necessariamente conduzem à ideia de locais satisfatoriamente conservados, pois já é comum encontrar grandes porções de caatinga com cobertura total do solo pelas copas, com apenas umas poucas espécies vegetais, como a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e o Marmeleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.), que se traduz em pouca variabilidade em termos de biodiversidade, assim como baixa biomassa. Destaca-se que essas espécies têm características de pioneiras e são as primeiras a se instalar em regiões desmatadas, contudo, têm a peculiaridade de inibir a sucessão ecológica (ICAPUÍ, 2013).

Sendo assim, o estudo da degradação das matas ciliares e dos cursos de água é de grande importância para a própria manutenção da vida terrestre, já que a água é um recurso vital. É o caso do rio Arrombado, no município de Icapuí, estado do Ceará.

Icapuí destaca-se por dispor de uma significativa quantidade de água subterrânea e poucos recursos hídricos superficiais, o que torna o rio Arrombado ainda mais importante.

**DIAGNÓSTICO
AMBIENTAL DAS
ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO
PERMANENTE
DO BAIXO CURSO
DO RIO
ARROMBADO,
ICAPUÍ-CE**

Marco Antonio Diodato

Keverson Assis Soares

João Paulo de Sousa Rebouças

Emanuel Lucas Bezerra Rocha

(APP) no decorrer do rio Arrombado, em Icapuí - CE, bem como, levantar os principais fatores causadores da degradação ambiental da região, visando dar subsídios à administração pública para viabilizar concretamente a esses tipos de florestas como parte ativa do desenvolvimento regional.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o baixo curso do rio Arrombado, localizado no município de Icapuí, no estado do Ceará.

Icapuí (Figura 1) está localizado nas coordenadas 04° 42' 46" S e 37° 21' 18" O, no extremo oeste do Estado do Ceará, logo na divisa com o Estado do Rio Grande do Norte. Ao todo são 14 praias divididas em 64 km de linha de costa. Icapuí abrange aproximadamente 10% dos 573 km de extensão do litoral cearense, com extensão de 428 km². Distante 200 km da capital do Estado, Fortaleza, 350 km de Natal, a capital Potiguar. O Acesso ao município se dá através da CE-040 e da BR-304. A partir de Aracati prossegue pela CE-216 em direção a Icapuí (IPECE, 2017).

O território de Icapuí apresenta uma temperatura média anual de 27.4°C e a pluviosidade média anual giram em torno de aproximadamente 930 mm (IPECE, 2017).

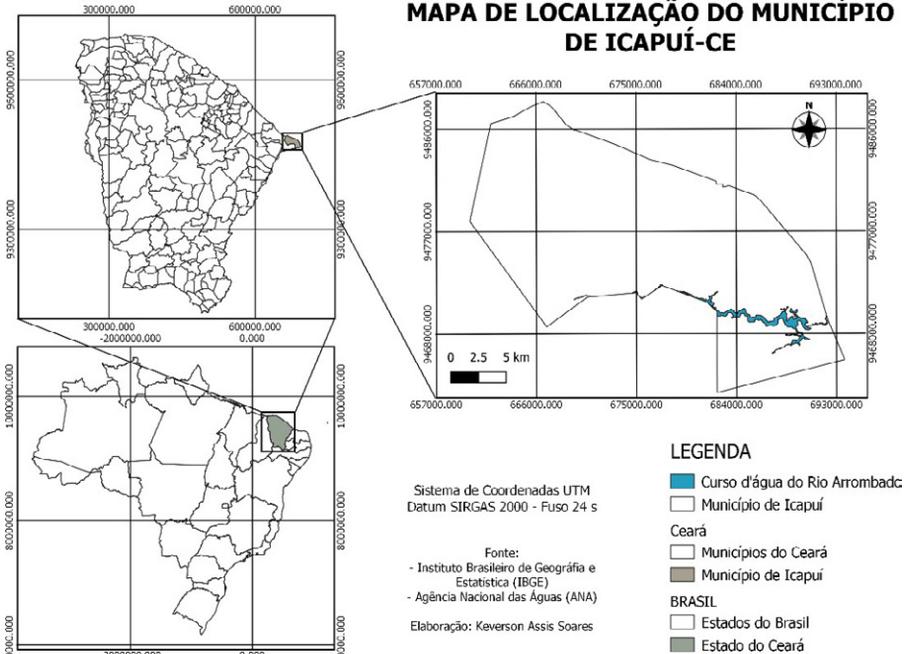
Apresenta um clima tropical onde o verão possui muito mais pluviosidade que o inverno. O clima é classificado como Aw (Clima Tropical Chuvoso) segundo a Köppen e Geiger. Clima caracterizado por ser quente e úmido, com chuvas de verão e outono (BARROS, 2014).

Este tipo de clima é característico de ambientes litorâneos, como dito anteriormente, com temperatura média elevada e com amplitude térmica anual inferior a 5° C devido à constância da temperatura. Os regimes de vento na região Nordeste do Brasil, e em especial na região do município de Icapuí, são regidos por um sistema climático que apresenta variações durante determinados períodos anuais. Essas mudanças ocorrem graças à atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (BARROS, 2014).

O relevo presente na zona costeira do estado do Ceará é caracterizado por três geossistemas principais podendo ser distinguidos em: planície litorânea, planície fluvial e tabuleiro pré-litorâneo (SOUZA, 2003). A planície costeira de Icapuí é constituída por um complexo conjunto de uni-

dades morfológicas decorrentes das mudanças do nível relativo do mar e variações climáticas durante o período geológico denominado de Quaternário (MEIRELES; SANTOS, 2012).

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Icapuí-CE.



Fonte: IBGE (2010).

Em Icapuí é encontrada uma planície litorânea com elevado número de feições morfológicas: campos de dunas fixas e móveis, falésias vivas e paleofalésias, terraços marinhos, planície flúvio marinha, delta de maré e demais morfologias (VIEIRA; FILHO, 2006).

A paisagem local é de campos de dunas móveis e fixas e de tabuleiros pré-litorâneos, com altitudes inferiores a 100 m. Areias quartzosas distróficas, latossolos, neossolos e gleissolos ocorrem na região. As litologias ali mapeadas são sedimentos areno-argilosos com níveis conglomeráticos do Terciário/Quaternário e sedimentos arenosos inconsolidados das dunas do Quaternário (CPRM, 1998).

A vegetação da região é composta por gramíneas, fitofisionomias referentes a terraços marinhos, vegetação mista de caatinga, mata serrana e espécies próprias das matas de tabuleiro (CPRM, 1998).

As espécies encontradas na região são: a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), a manjerioba (*Cassia occidentalis* L.), a angélica (*Guet-tarda angélica* Mart. ex Müll.Arg.), jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul.), a hortênsia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.)), o velame (*Macrosiphonia velame* (A. St.-Hil.) M. Arg), o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), este último é uma planta da família das cactáceas, e o melão caetano (*Momordica charantia* L.). Pode ser observado a presença de gramíneas em bom estado de conservação, dentre elas o pirrichiu (*Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears) espécie típica das áreas de apicum em regiões próximas aos mangues, a salsa (*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.), e o patoral (*Spartina* Schreb. sp.) (ICAPUÍ, 2013).

A vegetação presente na região possui um caráter homogêneo, com a presença da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore), árvore típica de terrenos alagadiços, várzeas, planícies de inundação e cursos de rios. As carnaúbas da região apresentam porte de médio a grande e ocupam alguns setores onde o solo tem variáveis de salinidade (ICAPUÍ, 2013).

3 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foram utilizados dados no formato shap e banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA) para o processamento de informações referentes à bacia hidrográfica, suas áreas de influência e à delimitação da APP. Os dados do Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE) e da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) foram utilizados como auxílio para a identificação das principais fitofisionomias da região de influência do curso d'água.

As imagens foram pré-processadas e processadas, digitalmente, no software livre Qgis 3.6.2 versão "Moosa" (Qgis Development Team, 2018). As imagens foram georreferenciadas na projeção SIRGAS 2000, adotando-se o sistema de coordenada UTM (zona 24S).

Para a obtenção das informações foram executadas as seguintes etapas de pré-processamento: i) delimitação da área de baixo curso da bacia; ii) realização do buffer de 50m para todo o baixo curso do rio; iii) divisão das classe e delimitação das regiões conservadas e antropizada da APP; iv) análise dos dados processados.

Devido ao rio apresentar o leito indefinido, levou-se em consideração a zona de máxima cheia do rio e à aplicação da faixa marginal de 50m para todo o curso, não estando totalmente alinhado com a legislação para a APP no que diz respeito à largura das faixas de matas ciliares dos cursos de água, já que ele apresenta larguras diferentes durante todo o percurso do baixo curso.

As classes foram divididas em duas, uma referente às regiões que sofreram algum tipo de perturbação (ANTROPIZADO) e outra, às porções que se apresentaram um bom estado de conservação (CONSERVADO). Os principais fatores de degradação foram identificados através de visitas a campo e análises espaciais feitas por SIG.

Após isso, os dados foram processados no programa Microsoft Excel® a fim de organizá-los e trabalhá-los com maior precisão, tais como a geração de tabelas e gráficos para a melhor compreensão dos resultados.

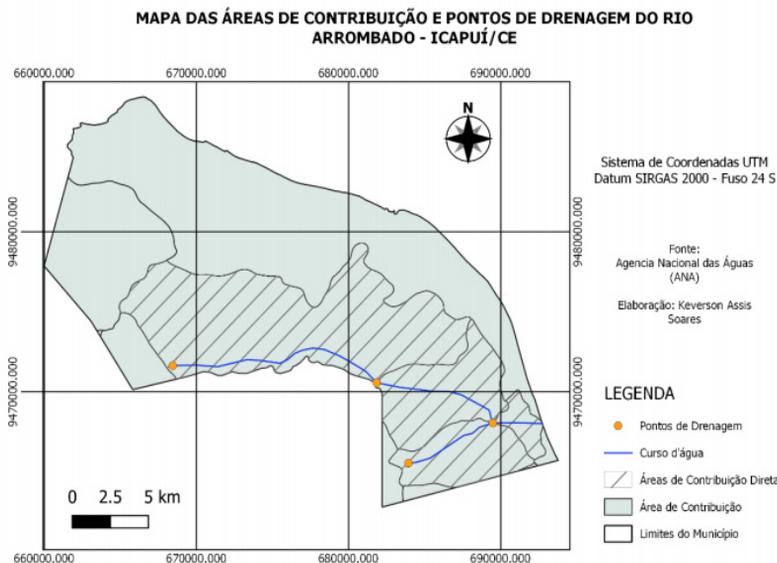
4 RESULTADOS

4.1 Área de contribuição e pontos de drenagem

De acordo com a análise das informações, pode-se inferir que o município possui dez áreas de contribuição do rio Arrombado, sendo uma delas exclusiva do seu território.

O rio, mesmo sendo intermitente, possui grande importância para os recursos hídricos do município, pois ele está dentro de quatro zonas de contribuição que totalizam aproximadamente 207,80 km², o que corresponde a aproximadamente 45,17% do território. O rio ainda possui quatro principais pontos de drenagem, um localizado no curso perene do rio, outro no Córrego do Sal, um no Córrego do Manguinho e o outro próximo à divisa com Aracati referente ao Córrego da Mata (Figura 2). Todos eles possuem influência direta ou indireta para as áreas de contribuição, bem como para os ambientes associados a elas, sejam os presentes na planície marinha, planície aluvional ou nos tabuleiros pré-litorâneos.

Figura 2 - Mapa das áreas de contribuição e dos pontos de drenagem do rio Arrombado, no município de Icapuí-CE.



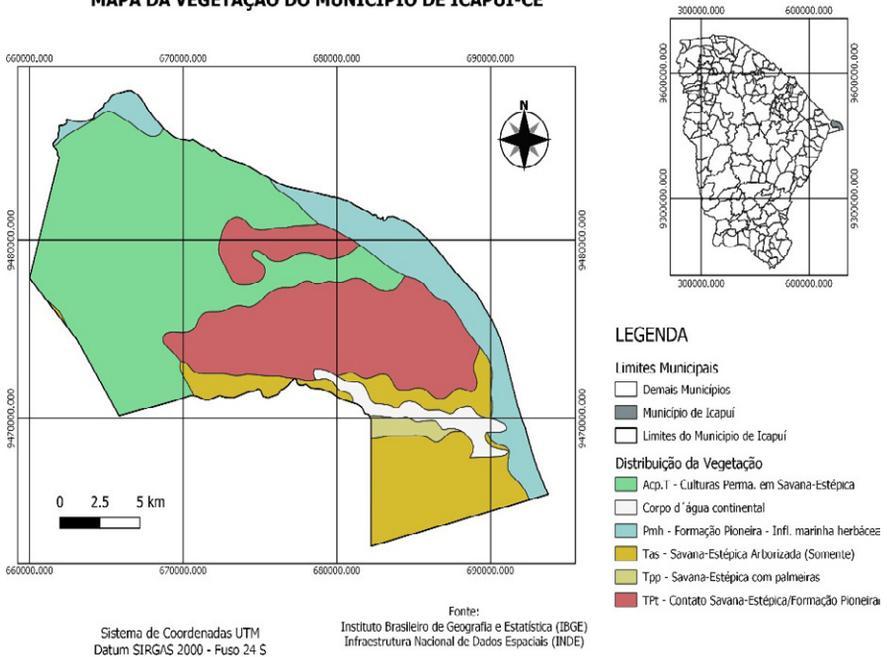
Fonte: Os autores (2019).

4.2 Principais fitofisionomias da região

As principais fitofisionomias presentes no entorno do baixo curso do rio se caracterizam por formações pioneiras com influência marinha, localizadas na área da planície litorânea. Outra formação é a savana-estépica com a presença de palmeiras, localizada em uma faixa paralela ao sul do curso d'água. A savana-estépica de porte arbóreo sem palmeiras e sem mata-de-galeria é a formação mais presente ao entorno do curso d'água e do tabuleiro pré-litorâneo (Figura 3), o que representa a maior parte da cobertura do município, se apresentando em fragmentos com vários níveis de conservação (AQUASIS, 2003).

No decorrer do curso d'água, a vegetação corresponde, predominantemente, ao bioma da Caatinga, apesar da presença de espécies referentes à mata de tabuleiro com vegetação arbóreo-arbustiva, formação de veredas e duas espécies de mangue: o *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (mangue branco) e o *Conocarpus erectus* L. (mangue ratinho) (ICAPUÍ, 2013).

Figura 3 - Mapa da Vegetação do Município de Icapuí-CE.
MAPA DA VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ-CE



Fonte: Os autores (2019).

4.3 Estado Ambiental das Áreas de Preservação (APP)

Quanto à análise ambiental das áreas de preservação permanente do baixo curso do rio, obtiveram-se os seguintes resultados: a parte conservada apresentou uma cobertura de 194,93ha, o que representa 76,61% do total (Tabela 1). Nessas regiões, encontram-se formações naturais em bom estado de conservação, com vegetação nativa, veredas e mangue. A porção antropizada é de 59,51 ha, o que corresponde a 23,39% do total da APP, apresentando algum tipo de degradação como: queimadas, ocupação irregular, desmatamento, faixas agrícolas e presença de espécies exóticas (Figura 4).

Tabela 1 - Estado ambiental das áreas de preservação permanente (APP) do rio Arrombado, Icapuí-CE.

Estado ambiental	Área (ha)	Área (%)
Conservado	194,93	76,61
Antropizado	59,51	23,39
Total	254,44	100,00

Fonte: Os autores (2019).

Em todo o curso do rio é possível observar diferentes níveis de degradação e perturbação da mata ciliar, levando ao assoreamento em alguns pontos, aparecimento de ravinas nas margens, áreas sem cobertura vegetal nativa entre atividades agrícolas, regiões desmatadas e construções irregulares. Isso se dá devido ao tipo de ocupação e uso do solo que se realiza por meio de atividades como a agricultura, a exploração da madeira, as queimadas, as construções residenciais e, ainda, à presença de espaço de lazer do tipo complexos turísticos (ICAPUÍ, 2013).

Os principais fatores que somam os mais significativos impactos ambientais causadores da degradação e perturbação das áreas de preservação permanentes do rio Arrombado podem ser listados em três grupos: o desmatamento da mata ciliar, a ocupação das faixas marginais do rio e os barramentos.

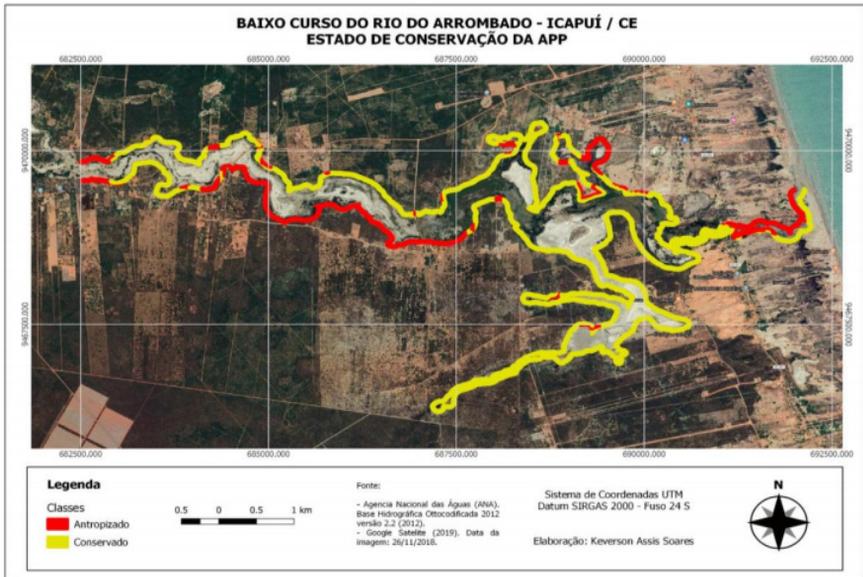
4.4 Principais Fatores Degradadores da APP

Os principais fatores de degradação no recorte de estudo referem-se, principalmente, ao desmatamento, à ocupação das faixas marginais do rio e aos barramentos.

O desmatamento da mata ciliar, em grande parte, se deve ao uso do solo para atividades agrícolas, que contribuiu diretamente para a degradação desse ambiente. Segundo Gobbi, Torres e Fabian (2008) ações agrícolas como a intensa retirada da cobertura vegetal, a introdução de pastagens, os cultivos agrícolas a base de agroquímicos e o mau uso do solo contribuem vorazmente para a degradação ambiental.

Outro fator é a extração florestal predatória, que retira o remanescente florestal deixando o solo exposto e sem nenhuma medida de reposição da vegetação. Isso contribui para a disseminação de espécies exóticas na região, a exemplo da algaroba (*Prosopis* L. sp.) e da flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton), e promove o assoreamento de corpos d'água oriundo do aumento do escoamento superficial, erosão do solo e formações de ravinas (Figura 4). Além disso, segundo Pavão *et al.* (2015), a ausência de cobertura vegetal contribui para o aumento das temperaturas na superfície do solo.

Figura 4 - Estado de conservação da APP no baixo curso do rio Arrombado no município de Icapuí-CE.



Fonte: Os autores (2019).

As queimadas são fatores que ocorrem com frequência próximas à mata ciliar do curso d'água, influenciando diretamente na exposição do solo, na diminuição de sua microbiota e na disponibilidade dos nutrientes. A queimada é uma prática relacionada à agricultura de subsistência como forma de limpeza de terrenos (ICAPUÍ, 2013).

A construção de complexos turísticos e áreas residenciais é outro dos problemas encontrados no curso da bacia do rio Arrombado, desde a foz do rio até a divisa com o município de Aracati-CE. Constatou-se a construção de residências e de empreendimentos turísticos, estes mais próximos à foz do rio (Figura 5). Para Montesi e Batista (2003) a ocupação de APPs pode ocasionar a impermeabilização do solo, gerando riscos de erosão e exposição do solo, a poluição dos recursos hídricos e a retirada da cobertura vegetal.

Figura 5 - Área de mata ciliar do rio Arrombado com a presença de vegetação exótica, Icapuí-CE.



Fonte: Os autores (2019).

Os impactos ambientais gerados pelas construções de barragens no decorrer da bacia do rio são significativos. Observou-se a modificação da borda da calha do rio e da hidrodinâmica do curso d'água, fazendo com que alguns trechos onde o rio é permanente mudassem a sua dinâmica para intermitente, o que gera uma exposição maior do solo (o leito do rio) e o aumento na mortalidade de manguezais (Figura 6). Araújo, Santos e Araújo (2006) afirma que os barramentos implicam no avanço da intrusão salina, aumento do tempo de residência dos estuários, na redução da carga de sedimentos e nutrientes para a zona costeira e principalmente na hipersalinização.

Figura 6 - Ocupação da APP do rio Arrombado por complexos turísticos, Icapuí-CE.



Fonte: Os autores (2019).

Figura 7 - Percurso intermitente do rio Arrombado, Icapuí-CE.



Fonte: Os autores (2019).

A hipersalinização também está associada ao tipo de solo da região, o que segundo Mendes, Fontes e Oliveira (2008), devido se tratar de um Gleissolo Sálíco Sódico composto por areias de espraçamento ou aluviões mais grossos com composição sílico-quartzosa, que ocorrem nos leitos secos dos rios ou em áreas de interface do tabuleiro costeiro e da estuarina.

Segundo Schaeffer-Novelli (1986), este solo apresenta presença de crostas superficiais de sais cristalizados nos períodos de estiagem anual, sendo constituídos por sedimentos argilo-arenosos não consolidados holocênicos, havendo a ocorrência de trechos classificados como planícies hipersalinas.

Esse fator associado ao baixo volume de drenagem do curso d'água pode evoluir para sistemas flúvio-lagunares ou estuarino-lagunares apresentando em alguns casos, condições de hipersalinização, ou seja, salinidade superiores a 50 usp (KJERFVE *et al.*, 1996).

Segundo Souza; Kobiyama (2003) as ações antrópicas geram impactos ambientais em determinados percursos ou numa área dentro de uma bacia hidrográfica, fazendo com que se propaguem nesse ambiente e tenham influência direta no que ocorre dentro do sistema fluvial e nos ecossistemas associados.

Com base no que fora discutido e analisado, conclui-se que o rio Arrombado possui significativa influência para as águas superficiais e subterrâneas do município, pois ele, através dos seus quatro pontos de drenagem, abrange quatro áreas de contribuição muito importantes para a manutenção desses recursos e dos ecossistemas a ele associados, assim como também para as fitofisionomias presentes na região que contribuem para a manutenção da hidrodinâmica do curso d'água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais fatores de degradação da APP do rio foram: o desmatamento da mata ciliar, gerado pela intensa atividade agrícola e pela extração florestal desenfreada; a ocupação das faixas marginais do rio por construções residenciais e os complexos turísticos e os barramentos feitos no decorrer do curso d'água.

Cerca de 195 ha da APP apresentam um nível de conservação aceitável, o que equivale a 76,61% da extensão total. A área antropizada foi de aproximadamente 59 ha, o que corresponde a 23,39% do total.

Com base nas análises realizadas, pode-se afirmar que, em um contexto geral, a maior parte da APP do curso d'água está conservada, embora isso não amenize os danos ambientais causados pelos fatores de degradação que tem influência direta sobre o equilíbrio hidrodinâmico da bacia e dos ambientes ao seu redor.

REFERÊNCIAS

AQUASIS. Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. **Identificação de áreas prioritárias para conservação e recuperação em Icapuí**. Relatório de atividades. AQUASIS e FBC, Icapuí, CE, 2003. 550 p.

ARAÚJO, V. S.; SANTOS, J. P.; ARAÚJO, A. L. C. Monitoramento das águas do rio Mossoró/ RN, no período de abril/2005 a julho/2006. **Holos**, [S.l.], v. 1, p. 4-41, dez. 2007.

BARROS, E. L. **Caracterização Faciológica da Plataforma Continental Interna do Município de Icapuí, Ceará**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de julho de 1965.** Código Florestal. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 04 fev. 2020.

CARVALHO, V. C.; PINHEIRO JUNIOR, O. J. Diagnóstico do estado atual da cobertura vegetal em áreas prioritárias para conservação da caatinga. *In*: ARAÚJO, F. S. de; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. de V. (Org). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga:** suporte a estratégias regionais de conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Cap. 2, 446 p.

CPRM. 1998. Serviço Geológico do Brasil. **Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará.** Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Fortaleza, CE: CPRM. Altas digital, 1 CD-Rom.

GOBBI, G. A. F.; TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; Diagnóstico Ambiental da Microbacia do Córrego Melo, em Uberaba – MG. **Caminhos da Geografia**, v. 9, n. 26, p. 206-223, 2008.

ICAPUÍ. Prefeitura de Icapuí. Instituto Municipal de Fiscalização e Licenciamento Ambiental – IMFLA. **Diagnóstico Geoambiental do Rio Arrombado.** 2013. 57 p.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal de Icapuí.** Fortaleza. 2017. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>. Acesso em: 04 dez. 2019.

KJERFVE, B. *et al.* Hydrology and salt balance in a large, hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 42, p. 701-725, 1996.

MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, A. M. F. dos. **Atlas de Icapuí.** Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MENDES, A.M.S.; FONTES, R.L.F.; OLIVEIRA, M. Variabilidade espacial da textura de dois solos do Campo Salino, no Estado do Rio Grande do Norte. **Rev. Ciên. Agron.**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 19-27, 2008.

MONTESI, E. C.; BATISTA, G. T., Avaliação de dados do Satélite CBERS para o Mapeamento de produção agrícola ao nível municipal. *In*: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte.

Anais. São José dos Campos: INPE, 2003, p. 181-188.

PAVÃO, V. M. *et al.* Temperatura e albedo da superfície por imagens TM Landsat 5 em diferentes usos do solo no sudoeste da Amazônia brasileira.

Revista Brasileira de Climatologia, v. 16, p. 169-183, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal – estrutura, função e flora.** São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.

SOUZA, D. P. S.; KOBAYAMA, M. Ecoengenharia em zona ripária: renaturalização de rios e recuperação de vegetação ripária. *In:* I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 2003, Alfredo Wagner, SC.

Anais. Alfredo Wagner, SC: UFSC, 2003, p. 121-131.

SOUZA, M. J. N. Diagnóstico Geoambiental: Unidades Geoambientais. *In:* ALBERTO ALVES CAMPOS *et al.* (Org.). **A Zona Costeira do Ceará.** Fortaleza: AQUASIS / FNMA, 2003, p. 29-40.

VIEIRA, V. P. P. B.; FILHO, J. G. C. G. Água doce no semiárido. *In:* **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras, 2006, p. 481-505.

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga, além de ser apontado como um dos mais críticos em termos de conservação da biodiversidade é também considerado o mais insuficientemente estudado em relação à distribuição da sua atual cobertura vegetal, sobretudo no que se refere ao seu mapeamento no nível de mesodetalhe. Esse tipo de levantamento é fundamental para monitorar o uso e quantificar os remanescentes da vegetação e sua dinâmica.

Além disso, as áreas conservadas de vegetação de caatinga, que possam estar com a qualidade ecológica, econômica e social comprometida, podem ser mapeadas e analisadas de uma forma integrada. Diante das considerações, o uso de mapas com o nível de mesodetalhes é uma ferramenta imprescindível para o planejamento ambiental, sobretudo para o controle e o manejo da biodiversidade da caatinga (CARVALHO e PINHEIRO JUNIOR, 2005).

Nesse contexto, considerando que o bioma sustenta a economia de grande parte do nordeste semiárido, principalmente no que se refere ao fornecimento de energia, atualmente poucos estudos têm sido realizados em relação ao estado e estoque atual da sua vegetação, mesmo o bioma sendo um dos mais afetados pela ação antrópica no Brasil.

A degradação da cobertura vegetal da caatinga não necessariamente se consolida apenas com o desmatamento total, mas também com o corte seletivo de espécies de interesse comercial. Atualmente, pode-se afirmar que áreas com cobertura vegetal não conduzem à ideia de regiões satisfatoriamente conservadas, pois já é comum encontrar grandes regiões, com cobertura total do solo pelas copas, com poucas espécies vegetais, como a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e o Marmeleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.). Isso se traduz em pouca variabilidade, em termos de biodiversidade, assim como baixa biomassa. Destaca-se que essas espécies têm características de pioneiras. Segundo Araújo Filho e Carvalho (1996), a Jurema Preta é uma espécie indicadora de sucessão secundária progressiva ou de recuperação, quando é praticamente a única espécie lenhosa presente, porém a tendência ao longo do processo é de redução numérica drástica.

Isto pode estar ocorrendo na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, situada na região oeste do Estado do Rio Grande do Norte. Essa região hidrográfica possui grande importância para o oeste potiguar pois

as suas margens existem cidades com dinâmica econômica considerável como Mossoró, Apodi, Governador Dix-Sept Rosado. Além disso, parte da bacia hidrográfica alimenta a barragem de Santa Cruz que possui uma capacidade de quase 600 milhões de m³. A região hidrográfica do rio Apodi-Mossoró tem uma extensão máxima de 220 km por, aproximadamente 80 km de largura (MAIA; BEZERRA, 2013). É a segunda maior do estado e a primeira bacia hidrográfica verdadeiramente potiguar.

Vale salientar que, segundo Justo *et al.* (2016), essa bacia, historicamente, teve (e ainda tem) grande destaque para o desenvolvimento econômico da região onde ela está localizada, o que reforça a necessidade de se conhecer mais sobre ela. Por ser responsável pelo abastecimento de água potável, assim como para outros usos menos nobres, reveste-se de grande valor estudar detalhadamente as suas características, principalmente da cobertura florestal, variável que permite que o fluxo da água seja mais estável e sustentável.

No caso da estimativa do potencial florestal da caatinga, os estudos atualmente existentes são poucos. O interesse em se conhecer a potencialidade florestal desse bioma traz consigo o ensejo de oportunizar esse tipo de floresta como parte ativa do desenvolvimento regional. Mas, não somente. Os órgãos públicos, nas três esferas administrativas, precisam determinar, além do tamanho, o estado florestal da caatinga para aplicar as determinações legais a que estão sujeitas. A medição da fitomassa é um bom parâmetro para tal finalidade. Contudo, a operacionalidade em grandes áreas só se faz possível através de produtos de sensoriamento remoto. Daí a necessidade de se conhecer os remanescentes florestais por medição indireta, isto é, através da estimativa da fitomassa com o uso de imagens de satélite.

Sendo assim, o objetivo principal do trabalho é aumentar e consolidar estudos sobre a fitomassa do bioma Caatinga, particularmente da fitofisionomia da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, por meio do uso de produtos de Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (Figura 1). Situada na região oeste do Rio Grande do Norte. As nascen-

**ANÁLISE DA
COBERTURA
VEGETAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA
DO RIO
APODI-MOSSORÓ-RN
COM O USO DO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO
AJUSTADO AO SOLO
(SAVI)**

Marco Antonio Diodato

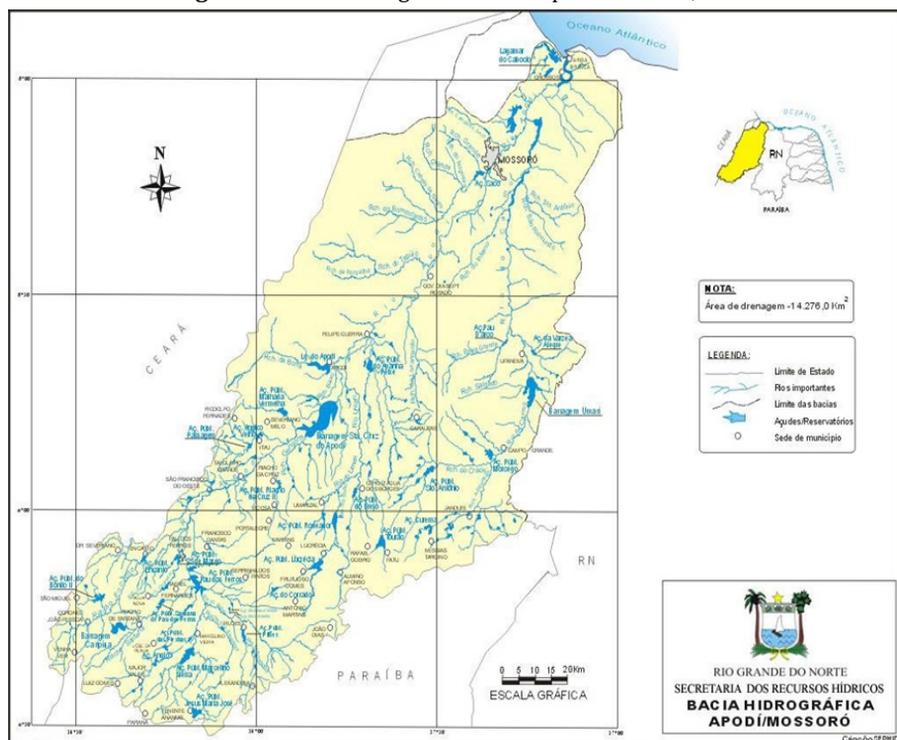
Alfredo Marcelo Grigio

Kleisson Eduardo Ferreira da Silva

Wesley Kevin Souto do Vale

tes situam-se na porção SW deste estado, mais exatamente na porção NE da Serra de Pereiro entre 350 e 500 m de altitude (MAIA; BEZERRA, 2013).

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN.



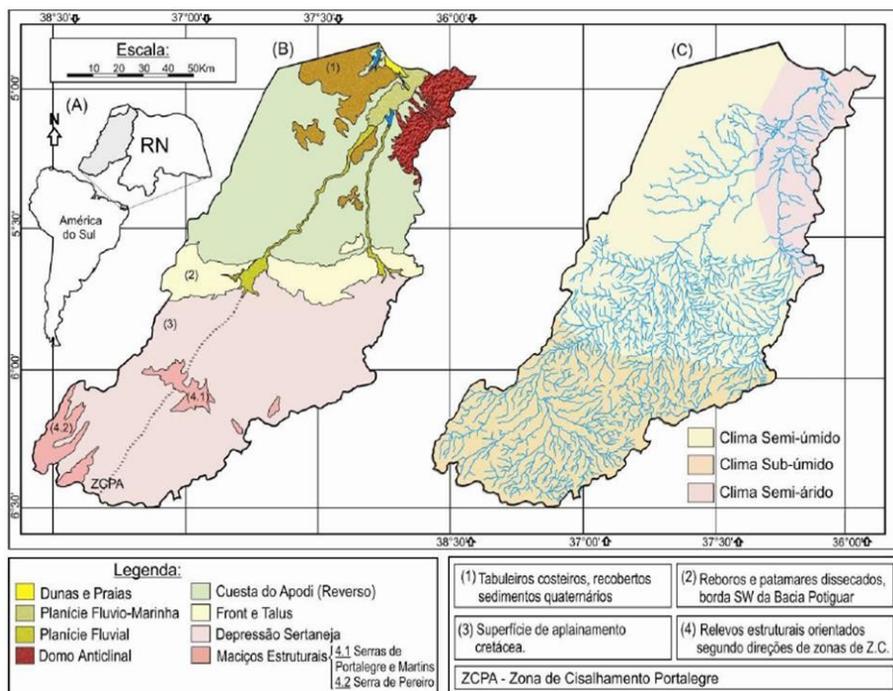
Fonte: SEMARH (2019).

O clima é, predominantemente, do tipo BSw'h', da classificação climática de Köppen, caracterizado por um clima muito quente e semiárido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono. No extremo sudoeste da bacia, correspondendo às suas nascentes, ocorre o tipo Aw', caracterizado por um clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa se adiantando para o outono. Na maior parte da bacia, as chuvas anuais médias de longo período situam-se em torno de 700 mm, havendo pequena região, nas proximidades da foz e na região a leste do trecho médio do rio do Carmo, onde descem a 600 mm. Na parte alta, a montante da localidade de Tabuleiro Grande, há um aumento das chuvas, podendo chegar até 900 mm, em uma pequena área, na região alta de Martins, podem chegar até 1.100 mm (IGARN, 2019).

No que concerne à geologia, o sistema Apodi/Mossoró é dividido em duas regiões: a do embasamento cristalino e a da bacia sedimentar.

Do Ponto de vista geológico, a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró engloba rochas pré-cambrianas em seu alto curso e mesozoicas (Sequência pós-rifte da bacia sedimentar Potiguar: Formação Jandaíra e Açú) e cenozoicas (Formação Barreiras e depósitos eólicos e aluvionares) relacionadas à Bacia Sedimentar Potiguar e registros sedimentares quaternários, fluviais e costeiros em seu baixo curso (MAIA; BEZERRA, 2012).

Figura 2 - Mapas de geomorfologia, clima e hidrografia da região oeste potiguar. (A) Localização, (B) Mapa de geomorfologia e (C) Mapa de hidrografia e clima.



Fonte: Maia, Bezerra (2013).

Depressão Sertaneja, Maçicos Residuais, Planícies em Depósitos Mesozoicos e Cenozoicos e um Domo Anticlinal compõem os principais domínios geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Em seu alto curso ocorre a Depressão Sertaneja, ocupando cerca de 63% do total da bacia hidrográfica. Esta depressão se estende até a base dos limites escarpados dos Depósitos Mesozoicos e situa-se entre os blocos soerguidos, sendo modelada no interior dos quais a rede de drenagem dos principais rios se instala. Sua morfologia atesta os pronunciados efeitos da erosão a que foi submetida, onde as repetidas remoções do manto de intemperismo, sobretudo no cenozoico, originaram a extensa superfície

aplainada, partindo da base dos maciços residuais e individualizando-os (MAIA; BEZERRA, 2012).

A porção centro-norte da bacia é constituída pela Superfície Cárstica, que se caracteriza por ampla superfície pediplanada e, subordinadamente, por relevos tabulares pouco dissecados e pouco profundos. No extremo norte, junto à foz do rio Apodi, ocorre a Faixa Litorânea, representada por uma planície flúvio-marinha, ladeada pelos Tabuleiros Costeiros, superfície pediplanada, contígua à Superfície Cárstica (IGARN, 2019).

A Figura 2 apresenta a geomorfologia, o clima e hidrografia da região oeste potiguar, onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

Figura 3 - Vistas parciais da vegetação da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Caatinga hiperxerófila. Período seco (agosto). São Francisco do Oeste (RN).
Fonte: Marcos Elias de Oliveira Júnior.



Caatinga hiperxerófila. Período chuvoso (fevereiro). Almino Afonso (RN).
Fonte: Marcos Elias de Oliveira Júnior.



Floresta ciliar de carnaúba. Período seco (outubro). Apodi (RN). Fonte: Marco A. Diodato.



Floresta subcaducifólia. Período chuvoso (julho) Portalegre (RN). Fonte: Marco A. Diodato.



Floresta subcaducifolia. Período seco Portalegre (RN). Pode-se observar o limite entre a vegetação caducifolia de caatinga e a vegetação subcaducifolia da serra, onde os fatores climáticos são mais amenos, portanto, desenvolve-se uma vegetação de porte arbóreo mais densa. Fonte: Marco A. Diodato.



Floresta subcaducifolia. Período seco (dezembro) Martins(RN). Nocasode-Martins subcaducifolia da vegetação é mais marcante quando comparada à vegetação de Portalegre. Fonte: Marco A. Diodato



Floresta caducifolia incluindo caatinga hipoxerofila e floresta subcaducifolia. São Miguel (RN). Fonte: Rostand Me-deiros.



Floresta caducifolia incluindo caatinga hipoxerofila e floresta subcaducifolia. Encanto (RN). Fonte: Livio Ictorius.

Fonte: autores.

3 METODOLOGIA

3.1 Aquisição e processamento das imagens de satélite.

Para a realização da pesquisa foram utilizadas imagens Landsat-8 sensor OLI, órbita 216/ponto 63 e órbita 216/ponto 64, referente a data de 10 de setembro de 2018. As imagens foram adquiridas junto à página web do Serviço Geológico do Governo dos Estados Unidos (USGS, 2018). Destaca-se que a data das imagens corresponde à época de estiagem, isto é, o período sem chuva na região.

As imagens foram pré-processadas e processadas, digitalmente, no software livre Qgis 2.18 versão “Las Palmas” (Qgis Development Team, 2016). Foi adotado o sistema de coordenada / Datum: UTM zone 24S / SIRGAS 2000.

A primeira etapa do processamento das imagens consistiu nas correções geométricas, radiométrica e atmosférica e a segunda etapa está baseada na estimativa do SAVI.

A correção atmosférica, das imagens do LANDSAT 8, foi realizada por meio da Correção Atmosférica Simples (DOS1 - *Dark Object Subtraction* DOS1), presente no complemento SCP presentes no software livre QGis 2.18 (CONGEDO, 2016).

Para a estimativa do SAVI foi utilizada a calculadora Raster do software Qgis. Para a renderização foram carregados os valores Min/Max, interpolação linear e modo contínuo.

Para a modelagem em 3D foi usado, no QGis, o *plugin Qgis2threejs* (versão 1.4.2). O Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia hidrográfica foi disponibilizado pelo Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e para a camada superficial foi usado o mapa do índice SAVI. Para destacar melhor o relevo do terreno representado foi estabelecido um exagero vertical de 15 vezes.

3.2 Determinação do índice de vegetação ajustado ao solo - SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*).

Para a caracterização dos dosséis da vegetação, a partir da variação de sua densidade e conseqüentemente dos valores biofísicos dela, como os valores de reflectância, tem sido comum o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI (SILVA *et al.*, 2015).

Segundo Jensen (2009), o índice NDVI apresenta algumas limitações que implicam nos resultados alcançados, tais como interferência devido à cor do solo e nos efeitos de umidade, motivo pelo qual se desenvolveu, então, um índice que pudesse melhorar os valores de NDVI sem necessidades de medições em campo para cada área de análise.

O índice melhorado usa uma constante (L) como fator de ajuste para o substrato do dossel, isto é, o solo. Assim, o SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) envolve a adição da constante L ao denominador da equação do

NDVI. Contudo, para manter a condição da equação NDVI (NDVI pode variar entre -1 e +1) é necessário a aplicação de um fator de multiplicação: $1 + L$ (HUETE, 1988).

Desta forma, o SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) se expressa a partir da Equação 1, onde ρ_{nir} é o fluxo radiante refletido no infravermelho próximo, ρ_{red} é o fluxo radiante refletido no vermelho da região do visível e L é o fator de ajuste do solo (VIGANÓ *et al.*, 2011).

$$\text{(Equação 1)} \quad \text{SAVI} = \frac{(1+L)(\rho_{nir} - \rho_{red})}{\rho_{nir} + \rho_{red} + L}$$

A constante L pode apresentar valores de 0 a 1, variando segundo a própria biomassa.

Segundo Huete (1988), os valores ótimos de L são:

$L = 1$ (para baixas densidades de vegetação);

$L = 0,5$ (para médias densidades de vegetação);

$L = 0,25$ (para altas densidades de vegetação).

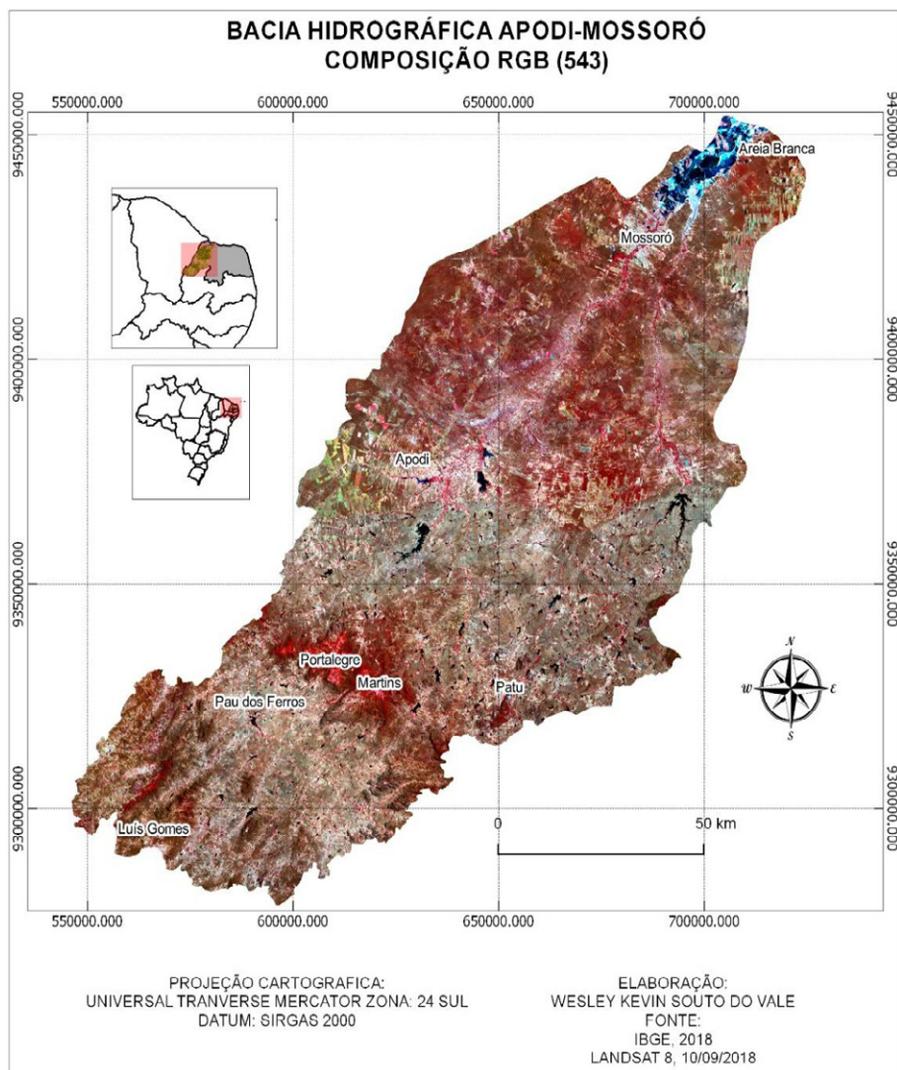
Viganó *et al.* (2011) usaram o valor de 0,5 para a constante L do SAVI na faixa de caatinga, localizada na EMBRAPA Semiárido, em Petrolina-PE, por representar densidades médias de vegetação, como foi o caso da sua área de estudo, que não era densamente vegetada, porém nem tampouco escassa de plantas. Portanto, para a estimativa do SAVI da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró foi usado o valor 0,5.

4 RESULTADOS

A Figura 4 apresenta a bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró em uma composição RGB-543. Essa composição apresenta variações entre os tons verdes a vermelhos, com destaque para as tonalidades que variam de azul a preta para a identificação de espelhos de água. A vegetação realça-se pela coloração em tons avermelhados, sendo mais escura quanto maior a sua densidade. Os tons mais claros de vermelho correspondem a vegetação mais rala. As áreas mais esbranquiçadas correspondem ao solo exposto ou zona urbana, como é o caso da cidade de Mossoró.

Em uma análise mais geral, podem-se distinguir duas porções distintas na bacia; uma na parte inferior da bacia e a outra na parte superior. Essa divisão corresponde à geologia característica da região em pauta, a saber: o Embasamento Cristalino e a Bacia Potiguar Sedimentar (Figura 5).

Figura 4 - Mapa da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN, composição RGB-543.

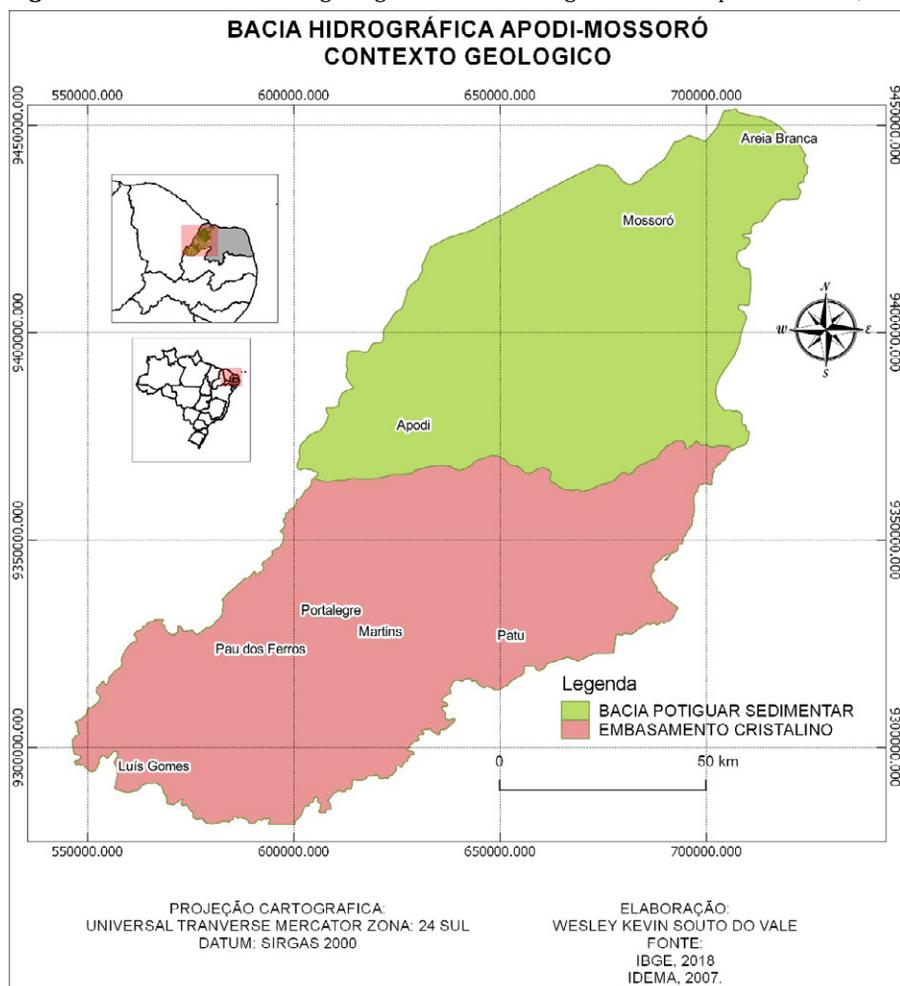


Fonte: Os autores (2019).

No Embasamento Cristalino, na sua região central, destaca-se, em vermelho mais intenso (Figura 4), a vegetação das Serras de Portalegre

e Martins; e com menor território a vegetação das Serras de Patu, mais a leste, e a da Serra de Pereiros, ao sul da bacia. São regiões de maciços estruturais, caracterizados, principalmente pelo clima subúmido e, nos topos das serras, como no caso de Portalegre, por exemplo, com temperaturas mais amenas. Essas elevações sobre a topografia aplainada da Depressão Sertaneja são porções mais úmidas devido ao efeito orográfico que propicia maiores precipitações e a redução da temperatura. Isto proporciona condições privilegiadas quanto à umidade do solo e do ar e à temperatura, para o desenvolvimento de uma vegetação com maior produção de biomassa vegetal e, como no caso de Portalegre, de vegetação de maior porte e biodiversidade.

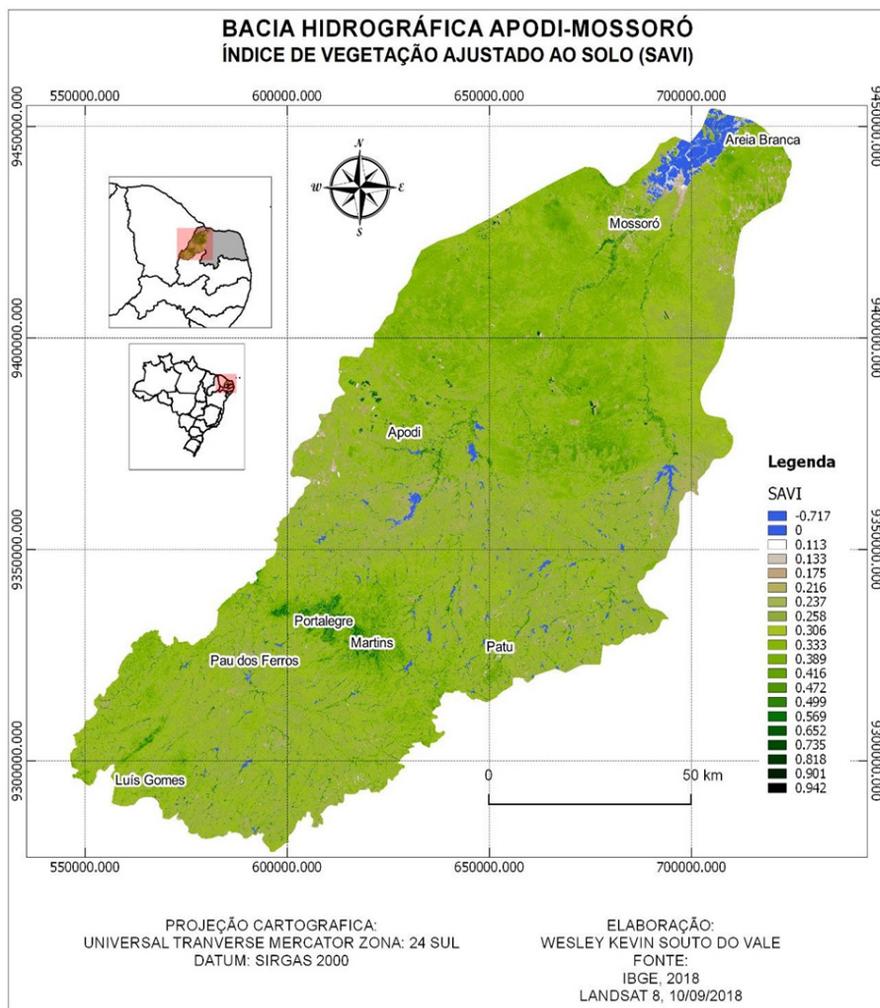
Figura 5 - Divisão do contexto geológico da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN.



Fonte: Os autores (2019).

Já nas áreas mais baixas, a Depressão Sertaneja propriamente, percebe-se na imagem, em coloração marrom avermelhado, o que corresponde à vegetação de caatinga de menor porte e mais rala, em geral, bastante descaracterizada.

Figura 6 - Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) da bacia hidrográfica do rio Apodi- Mossoró, RN.



Fonte: Os autores (2019).

Na da Bacia Potiguar, do meio curso até a sua foz, fica mais evidente o canal principal do rio Apodi-Mossoró e a sua planície fluvial. Nesses locais a vegetação é de uma caatinga mais desenvolvida, em termos de porte, contudo, por efeito das atividades antrópicas (extração vegetal e

mineral, agricultura, pecuária, entre outros), favorecidas por ambiente propício e pelo solo razoavelmente fértil, quando comparado ao Embasamento Cristalino, encontra-se bastante descaracterizada, quando não totalmente ausente.

Todo esse cenário pode ser mais bem visualizado pelo Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) (Figura 6), principalmente, com bastante clareza, a densidade de vegetação e como está distribuída dentro da bacia hidrográfica. A legenda da figura mostra a escala dos valores do índice sendo que quanto maior o índice positivo maior a densidade vegetal. Os índices negativos (tons azulados) representam áreas com água na sua superfície.

A cobertura vegetal mais marcante na bacia hidrográfica situa-se nas áreas das serras, na porção superior da bacia e, principalmente, na sua porção inferior, predominantemente sobre a bacia sedimentar potiguar, o que sugere que a vegetação responde a essa variável física atuante na bacia.

A vegetação predominante na bacia hidrográfica pode ser considerada do bioma Caatinga, no entanto, a das serras de Martins e Portalegre, segundo Bandeira (2017), pode ser caracterizada pela tipologia de Floresta Atlântica Nordestina. A mesma autora, no seu trabalho de levantamento fitossociológico das florestas dessas serras, assevera que a maioria dos indivíduos identificados tem como domínio fitogeográfico em comum os biomas Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado e que, provavelmente, são de ambientes remanescentes de diversos biomas, possivelmente, pelo fator climático, isto é, clima mais ameno e maior pluviosidade do que o entorno (a depressão sertaneja), provocado pela altitude (Martins 745 m s.n.m e Portalegre 650 m s.n.m).

O índice elevado nas áreas ribeirinhas, sendo este, em geral, intermitente ou temporário, poderia ser considerado normal, devido à umidade do solo nesses compartimentos ambientais.

De forma geral, existe correlação da vegetação descrita na composição RGB (543) e o índice SAVI na bacia hidrográfica.

Para uma melhor visualização da cobertura vegetal, na Figura 6 é apresentada a representação em três dimensões, na qual se confirma que as áreas de maior elevação, isto é, as serras, e a região que está sobre a bacia potiguar (vide Figura 7) apresentam maior densidade de cobertura vegetal.

Figura 7 - Representação 3D do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ

REPRESENTAÇÃO 3D DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO AJUSTADO AO SOLO (SAVI)



Fonte: Os autores (2019).

Nas áreas mais baixas, a porção central da bacia a cobertura vegetal se apresenta principalmente acompanhando os cursos de água, locais que, por si só, são mais úmidos, mesmo estando em período seco.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de sensores remotos e de técnicas de processamento digital de imagens, em conjunto com o sistema de informação geográfica, é eficiente para mostrar a cobertura vegetal de uma região. Com o uso do SAVI, verificou-se que ele é um índice de vegetação eficaz para a estimativa da cobertura vegetal da caatinga.

Por meio da produção dos mapas em mesodetalhes foi possível verificar que as áreas serranas, na porção superior da bacia hidrográfica, apresentam maior densidade de vegetação. Já na porção inferior da bacia, verificou-se que ainda existem porções expressivas de remanescentes vegetacionais passíveis de conservação. Independente das variáveis antrópicas que influenciam na vegetação da bacia hidrográfica, pode-se perceber que, em maior escala, a ela responde às variáveis físicas atuantes na bacia.

Dessa forma, considerando o objetivo deste trabalho, foi possível visualizar de forma inteira a fitomassa do bioma caatinga existente na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizando produtos de sensoriamento remoto e um SIG. Portanto, a metodologia desenvolvida para a criação dos

mapas que estimam a cobertura vegetal mostrou-se eficaz para a localidade delimitada. Dessa forma, espera-se que este estudo possa contribuir para o desenvolvimento de pesquisas sobre a fitomassa de outras áreas da caatinga com aspectos naturais equivalentes ou aproximadamente semelhantes.

REFERÊNCIAS

ARAUJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. Desenvolvimento sustentado da Caatinga. *In*: ALVAREZ V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS, UFV, DPS, 1996. p. 125-133.

CONGEDO, L. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>. 2016.

DANTAS, N. B. de L. **Estudo fitossociológico em encaves florestais na região serrana dos municípios de Portalegre e Martins-RN**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2016.

HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**. n. 25, p. 295-309. 1988.

IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte. **Bacia Apodi/Mossoró**. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC00000000028892.PDF>. Acesso em: 25 fev. 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.

JUSTO, J. F. A.; SANTOS, W. L. A. dos; SOUZA, F. das C. S. A bacia do Rio Apodi- Mossoró (RN) como objeto de pesquisa em programas de pós-graduação. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 31, p. 97-105, dez., 2016.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia e neotectônica da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró – NE/Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 209-228, jan./abr. 2012.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Tectônica pós-miocênica e controle estrutural de drenagem no rio Apodi-Mossoró, nordeste do Brasil. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 57- 68, maio-ago., 2013.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. Versão 2.18

Las Palmas, 2016.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró**. Disponível em: <http://servicos.semarh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=0>. Acesso em: 25 fev. 2019.

SILVA, M. V. R. da *et al.* Aplicação do índice de vegetação ajustado ao solo-SAVI para a identificação de fragmentos de caatinga em cultivos de *Agave sisalana* Perrine na região Semiárida do Brasil. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 17. 2015., João Pessoa-PB. Anais*, João Pessoa: INPE, p. 5850-5857.

USGS. **United States Geological Survey**. Landsat 8 OLI (Operational LandImager). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>, 2018.

VIGANÓ, H. A.; BORGES. E. F.; FRANCA-ROCHA, W. de J. S. Análise do desempenho dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI a partir de imagem Aster. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 15., 2011. Curitiba, PR. Anais*, Curitiba: INPE, p. 1828-1834.

XIMENES, M. de F. F. de M. *et al.* Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e leishmanioses no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: reflexos do ambiente antrópico. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 128-137, Feb. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2007000100016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 Fev. 2019.

ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAIBARAS PARA SOBRAL-CE NO CONTEXTO DO SEMIÁRIDO

Ana Jéssica de Sousa dos Santos

Simone Ferreira Diniz

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, a busca pela sobrevivência se deu pela exploração do meio. Dentre os recursos explorados estão os hídricos e biológicos. Como o homem teve a capacidade de usufruir de um bem natural, como a água, mas não tendo as devidas medidas de conservação, começa a poluir, exaurir, destruir o meio que lhe deu vida.

As cidades nordestinas começaram a sua expansão em torno de um curso d'água para facilitar sua fixação e conseqüentemente, sua sobrevivência. Em Sobral, a situação não é divergente. O perímetro urbano é drenado pela bacia hidrográfica do rio Acaraú que, por sua vez, no município abrange outras sub-bacias, como: na margem esquerda, o rio Jaibaras, e na margem direita, o rio Groaíras.

Embora no início ter um recurso hídrico de fácil acesso para a cidade tenha sido critério para povoamento, hoje, apresenta além desse fator, a preocupação com a qualidade do corpo hídrico. A contaminação acontece devido à rede de drenagem de saneamento não abranger a extensão do perímetro urbano das cidades.

Contudo, nos distritos a situação de acesso dos corpos hídricos encontra-se ainda mais precária, pois a estruturação destas localidades não é devidamente preparada para conceber o fluxo de drenagem fluvial e pluvial adequadamente tubular.

De certo modo, a complexidade hídrica promove um viés social, onde a má gestão e mau gerenciamento do recurso são evidenciados pela sua falha na distribuição e acesso da população. Segundo Nascimento (2006, p. 16):

O definhamento de mananciais e afluentes em bacias hidrográficas, por exemplo, compromete as disponibilidades mínimas por água pelo mundo afora, principalmente nas regiões com exiguidade de recursos hídricos, como as zonas áridas e semiáridas. Neste tocante, vis-à-vis, os fatores de exploração biológica são aviltados, potencializando a propalada poluição da pobreza.

Para isso, a segurança hídrica traz a discussão da importância de ter água garantida e de qualidade para que o homem possa se manter e se desenvolver em sociedade. Contudo, a proliferação de mazelas que asso-

**ESTUDO SOBRE
A IMPORTÂNCIA
DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA
DO RIO JAIBARAS
PARA SOBRAL-CE
NO CONTEXTO
DO SEMIÁRIDO**

*Ana Jéssica de Sousa dos Santos
Simone Ferreira Diniz*

Acaraú, Banabuiú, Coreaú, Curu, Jaguaribe, Parnaíba, Salgado, Ceará, Choró, Cocó e Aracatiçu.

Dando destaque à Bacia do rio Acaraú (por ser a bacia que drena a cidade de Sobral) e ênfase à sub-bacia do rio Jaibas, que será nosso objeto de estudo, evidenciamos que devido às particularidades geológicas, geomorfológicas e climáticas do Ceará, são perceptíveis as potencialidades e limitações dos recursos hídricos no Estado, que se destacam perante o embasamento cristalino e das irregularidades pluviométricas do semiárido.

Nesse contexto, procuraremos discorrer sobre como a sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas apresenta papel importante ao município de Sobral, salientando que no território municipal existem oito pontos de captação diretamente desta sub-bacia. Com isso, representa cerca de 70% da cidade, também é por si um elemento territorial de grande potencialidade inserido no contexto do semiárido brasileiro, possibilitando, com o acesso ao recurso hídrico, a concentração populacional, melhoramento do microclima da área inserida, rentabilidade econômica com o incentivo de atividades de subsistência (piscicultura).

2 DISCUTINDO A ÁREA DE ESTUDO.

A sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas localiza-se na porção norte do Estado do Ceará, a cerca de 257 km de Fortaleza, ocupa uma área de 1.567 km², situada entre as coordenadas 4°08'50,13" e 3°35'41,96" de latitude Sul e 40°51'40,51" e 40°21'09,92" de longitude Oeste. Mas, para o nosso objeto de estudo, resolvemos fazer um recorte da sub-bacia para enfatizarmos sua relevância para Sobral por meio do processo de distribuição hídrica.

A sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas colabora para o suprimento da cidade de Sobral que é dividido por três meios de captação: Rio Jaibas, Açude Aires de Sousa e rio Acaraú. Dando enfoque à sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas que corresponde a 70% do fornecimento populacional da sede urbana de Sobral.

Com a localização geográfica de Sobral, por ser beneficiada com cursos de rios que transpõem seu perímetro, em especial o municipal, e por conta do clima semiárido (com baixa umidade, quente) há muita perda da montante fluviométrica por conta da evaporação. Com a baixa pluviosida-

Apesar da quantidade de sistemas no recorte, evidenciamos que tem existência de outros meios de abastecimento, como poços profundos e cisternas de placas distribuídas pelo Programa Cisternas, da Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. Mas esses outros sistemas, apesar de terem sua relevância em garantir, por períodos prolongados, acesso à água, não nos deteremos em estudá-los.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo está associado ao desenvolvimento de pesquisa de mestrado no período de 2017-2018, concluído na Universidade Estadual Vale do Acaraú, onde o nosso foco foi o estudo da Sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras e seu ponto de confluência com a bacia principal (rio Acaraú), em Sobral.

Para uma melhor análise, pesquisou-se nos sites de órgãos oficiais do município de Sobral que contribuíssem com o estudo. Para tanto, consultou-se o site da Prefeitura Municipal, que é responsável pelo gerenciamento e execução das obras de infraestrutura (saneamento, por exemplo); e do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), por ser responsável pelo abastecimento e coleta do esgoto do território sobralense.

O campo da pesquisa ocorreu em 2018-2019, quando percorremos o trajeto da sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras iniciando no perímetro do município de Sobral, com cerca de 80 km². Os pontos percorridos foram Rafael Arruda, São José do Torto, Pedra de Fogo, Cedro, Maracajá, Jaibaras, Setor III e Sobral (sede urbana), sendo possível pontuarmos os sistemas de distribuição com registros fotográficos. Depois disso, associamos o apanhado de campo com os dados coletados junto aos órgãos municipais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O clima do semiárido é caracterizado por um regime de precipitação concentrado em quatro meses (fevereiro-maio). A seca que atinge a região sempre foi um fator que ajudou a moldar o comportamento dos habitantes e foi preponderante para que fossem desenvolvidas as devidas políticas públicas regionais para proporcionar à população a amenização dos seus efeitos.

O Nordeste, em específico em Sobral, por ser uma área pertencente ao semiárido, é uma região na qual a população sobrevive na grande maioria da agricultura. Essa situação é justificada em função da versatilidade temporal das precipitações e das próprias características geológicas e geomorfológicas dominantes, onde há predominância pedológica de solos rasos baseados sobre rochas oriundas do cristalino e que, conseqüentemente, ocasionam uma reduzida troca de água entre o rio e os perfis de solo adjacente.

O aumento da evaporação nos corpos d'água e a redução do volume escoado causam alterações nos processos hidrológicos na região semiárida, que podem significar diferentes tipos de prejuízos para as comunidades que vivem e dependem dessas regiões. Um exemplo disso é que essas áreas estão susceptíveis ao aumento de salinização das águas, tanto subterráneas, quanto superficiais, em virtude da elevação da evapotranspiração (BATES *et al.*, 2008). Além disso, nas bacias hidrográficas dessas regiões, as conseqüências de mudanças no regime de vazões podem trazer prejuízos para projetos de irrigação e para o abastecimento da população.

Pinto e Assad (2008) destacaram que, na maior parte do Brasil, a elevação da evapotranspiração deverá, com seu conseqüente reflexo na deficiência hídrica do solo, acarretar um crescimento do risco climático para a produção agrícola, apresentando um desordenamento no sistema natural do meio.

Com a concepção de uma sub-bacia que corresponde a um sistema aberto e sofre influência desde a sinuosidade dos canais quanto na qualidade dos mananciais (SANTOS *et al.*, 2018), podemos salientar que na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, o fluxo maior de concentração populacional encontra-se em Sobral.

O provimento da cidade é dividido por três meios de captação: rio Jaibaras, Açude Aires de Sousa e rio Acaraú. Dando enfoque à sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras (rio Jaibaras e o açude Aires de Sousa) que corresponde a 70% do fornecimento populacional da sede de Sobral.

Na área de pesquisa encontramos os pontos de captação no perímetro municipal de Sobral, onde pontuamos oito sistemas de distribuição que seguem: Rafael Arruda, São José do Torto, Pedra de Fogo, Cedro, Maracajá, Jaibaras, Setor III, Sobral.

Em São José do Torto, distante 36 km de Sobral, encontra-se a ETA (Estação de Tratamento de Água) com capacidade de 108 m³/h. A ETA está localizada nas margens do açude Aires de Sousa e, através da adutora construída em 1990, aproximadamente, fornece água para São José do Torto e Rafael Arruda.

No distrito de Rafael Arruda, além da adutora há também o auxílio de poços profundos que ajudam no suprimento, porém, encontra-se insatisfatório para suprir a demanda da população. Na figura 2, podemos visualizar a ETA- São José do Torto.

Na localidade do Cedro, a captação vem por meio de adutora do açude Aires de Sousa, implantada com o Projeto São José III. Este projeto teve o intuito de promover desenvolvimento socioeconômico no meio rural através de infraestrutura que garantisse acesso às condições básicas dos meios sociais que coadunassem com a redução da pobreza e estabelecesse equilíbrio social (KHAN *et al.*, 2001).

Na figura 3 temos a ETA que abastece cerca de 680 pessoas no Cedro e arredores. A ETA tem capacidade de produção de m³/h, sendo associada com outros meios de acúmulo de água para consumo, como as cisternas.

Figura 2 - Estação de Tratamento de Água de São José do Torto.



Fonte: Rodrigues, 2018.

Figura 3 - Estação de Tratamento de Água na localidade de Cedro.

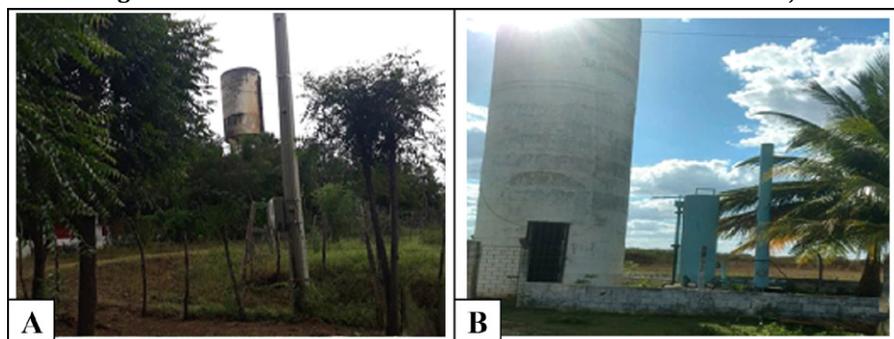


Fonte: Rodrigues, 2018.

O Projeto São José também promoveu a implantação de sistemas de irrigação no meio rural para garantir a sustentabilidade econômica das famílias. Neste viés, a localidade do Setor III obteve por meio deste projeto o incentivo necessário ao desenvolvimento das famílias, que devido aos períodos prolongados de seca tinham dificuldade de se manterem.

A garantia de abastecimento da localidade do Setor III é por captação no rio Jaibaras. Na figura 4 (A) é possível visualizarmos um dos tanques de distribuição da ETA para a localidade. Outro ponto relevante, na figura 4, é um exemplo de sistema simples, pois conta de adição de cloro em pastilha para compor o processo de tratamento de água, com ajuda dos agentes coagulantes (PAC e catiônico), que funcionam como condensadores de partículas suspensas. Os sistemas do Setor III e Maracajá, apesar de serem considerados simples (estrutura sendo reservatório de distribuição, floculador, etapa desinfetante), não comprometem a qualidade da água distribuída.

Figura 4 - Sistemas de abastecimento dos distritos Setor III e Maracajá.



Fonte: sistemas de distribuição nos distritos Setor III (A), e Maracajá (B). Fonte: Rodrigues, 2019.

No distrito da Pedra de Fogo, a distribuição é feita por captação nas margens do açude Aires de Sousa. A estação de tratamento fica localizada em Área de Proteção Ambiental (APA) de domínio do ICMBIO, que abrange a PNU (Parque Nacional de Ubajara). O Plano de manejo do Parque Nacional de Ubajara, do ICMBIO (2007), configura como sendo:

A área de influência do PNU compreende parte da porção noroeste do Estado do Ceará e uma pequena parte da porção nordeste do Estado do Piauí. No Ceará engloba os municípios de Viçosa do Ceará, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte e Croatá, além de parte do município de Tianguá, todos situados na microrregião da Ibiapaba. Compreende também os municípios de Ipú e Reriutaba, da microrregião de Ipú, os municípios de Graça, Sobral e Mucambo, da microrregião de Sobral e o município de Coreau e parte do município de Frecheirinha, da microrregião de Coreau (ICMBIO, 2007, p. 2).

Na figura 5 percebemos, no acesso à ETA, a placa de implantação do projeto que culminou para a projeção da área de proteção, como também para salientar a importância do local no contexto ambiental regional. Na figura 5 (B) vemos as instalações da ETA nas margens do açude juntamente com as instalações da ETA da CAGECE, que promove também distribuição da água, mas para a localidade do Aprazível.

Figura 5- Acesso da ETA Pedra de Fogo



Em (A) instalações da ETA da Pedra de Fogo de domínios do SAAE e CAGECE, e (B), placa do projeto Serra da Ibiapaba-Sobral instalado na via de acesso para as ETA mencionadas.

Fonte: Santos, 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolvermos esta análise, não queremos propor uma visão estática da sub-bacia do rio Jaibaras, mas queremos entender qual é a relação desta no contexto semiárido para Sobral. Viabilizando também a totalidade que o rio Jaibaras dispõe não apenas para a cidade, mas para todos os municípios que ele drena (sendo sem dúvida mais expressiva sua atuação para Sobral), destacando assim a interferência do homem na dinâmica da biofísica fluvial.

Monteiro (1996), ao falar sobre a relação homem-natureza, ratifica que tem sido difícil promover a integração dos fatos naturais e sociais por serem de leis científicas irreconciliavelmente distintas. Apesar de ter origens eminentes, os elementos naturais interferem nos sociais e vice-versa. Essa inter-relação, do social com o natural, ajuda a formar o espaço e tudo que nele há.

Esta visão ratifica aquela proposta por Nascimento (2006), ao mencionar que se pode estudar a bacia hidrográfica através de uma metodologia sistêmico-holística-interdisciplinar, capaz de promover uma análise de suas paisagens componentes, identificando os impactos socioambientais resultantes das ações socioespaciais.

Diante do contexto semiárido, Sobral é beneficiado pela drenagem do rio Acaraú e por seu afluente, rio Jaibaras, ambos caracterizados por atra-

vessarem a sede municipal, proporcionando à população local a chance de contemplar uma parcela do trajeto do curso d'água desses rios.

Quando nos referimos à sub-bacia do rio Jaibaras (rio Jaibaras e açude Ayres de Souza), indagamos a importância desta sub-bacia para o abastecimento de Sobral, sendo que diante do dimensionamento, representa 70% de todo o fornecimento da sede municipal e dos distritos que captam suas águas.

Apesar de estar inserido nos domínios do semiárido, tendo de ressaltar as suas peculiaridades, como a perda expressiva de volume através da evaporação das águas superficiais, a desertificação (causada por ações antrópicas), contaminação dos mananciais por dejetos urbanos (industriais e domésticos), a retirada da mata ciliar ao longo do curso dos rios (Acarau e Jaibaras), entre outros fatores, que favorecem para que o recurso hídrico perca sua qualidade para o consumo humano. O tratamento de água é importante por ter, além de produtos capazes de ajudar na “retirada” das impurezas dela, que a “matéria-prima (água)” seja captada em condições desejáveis.

Concordamos com Nascimento (2006) quando alude sobre os recursos naturais, “as ações indiscriminadas contribuem para tornar recursos renováveis em não renováveis”. Com isso, a água vem perdendo sua qualidade e quantidade por conta de ações antrópicas que interferem diretamente na diversidade e potencialidade natural que envolve todo o complexo da sub-bacia. Por fim, as transformações socioespaciais e socioambientais sempre existirão. O enclave do crescimento econômico, em contrapartida da preservação da natureza, nos direciona a uma discussão mais ampla e não romantizada da situação.

O homem sempre dependerá da natureza para obter sua sobrevivência. Com isso, que o ser humano possa ter em mente que é possível curar a vida pela vida (NASCIMENTO, 2006).

Referências

AB' SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. nº 18, IG-USP, São Paulo, 1969.

BATES, B. C.; Kundzewicz, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J. P. **Climate change and water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva. 210 p., 2008

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Editora Gráfica Cariú, Caderno de Ciências da Terra, 1972.

CLAUDINO-SALES, Vanda; LIRA, Maria Valdete. Megageomorfologia do noroeste do estado do Ceará, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia MG, v. 12, n. 38 p. 200-209, 2011. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16343/9157>. Acesso em: 05 nov. 2019.

FALCÃO, J. S. **O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2006, 300f.

GARCIA-RUIZ, J. M.; REGUÉS, D.; ALVERA, B.; LANA-RENAULT, N.; SERRANO-MUELA, P.; NADL-ROMERO, E.; NAVAS, A.; LATRON, J.; MARTÍ-BONO, C. ARNÁEZ, J. Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central Pyrenees. **Journal of Hydrology**, v. 274, p. 30-46, 2008.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes, **Parque Nacional de Ubajara, plano de manejo**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/encarte4_u.pdf. Acessado em: 28 de nov. 2019.

KHAN, A. S.; NEIVA, A. C. G. R.; SILVA, L. M. R. Projeto São José e o desenvolvimento rural no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 39, Nº3, p. 143- 172, 2001.

MONTEIRO, C. A. F. Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**, v. 14, n. 19, p. 67-101. 1996.

NASCIMENTO, F. R. do, **Degradação Ambiental e Desertificação no nordeste brasileiro: o contexto da bacia do rio Acaraú-Ceará** (Tese de Doutorado), 340 p. UFRJ: Rio de Janeiro, 2006.

RADAMBRASIL - Folhas SA. 23/24 - Fortaleza - Brasil, MME, **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 21, 1981.

REBOUÇAS, A. C. **Água na região nordeste: desperdício e escassez**. **Estudos Avançados**, vol. 11, n. 29, 1997.

SANTOS, A. J. S.; GOMES, F. B. M.; PAULA, D. P.; DINIZ, S. F. **Açudagem na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras**, revista *Casa da Geografia de Sobral*, Dossiê, p. 2019.



Este livro foi composto em fonte Cambria, no formato 15 x 22 cm,
com 132 páginas em e-book formato pdf.
Dezembro de 2020.



Os organizadores da obra foram amparados pelo Fórum Brasileiro do Semiárido, este reservou como tema principal “Educação, Tecnologias e Técnicas de Convivência no Semiárido” e reuniu profissionais de todo o país que se dedicam à pesquisa no ambiente semiárido e atuam nas áreas do ensino, pesquisa e extensão em instituições públicas, privadas e organizações governamentais e não governamentais: geógrafos, agrônomos, biólogos, engenheiros, geólogos e pedagogos, professores, pesquisadores, acadêmicos e profissionais das demais áreas voltadas para a temática do semiárido em nível nacional e internacional.

O resultado do trabalho conjunto dos pesquisadores em fazer a presente obra foi facilmente incorporado na Série Geografia do Semiárido, a contar com o apoio do Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido (CNPq) e a Rede Norte – Nordeste de Pesquisadores da Pós-Graduação em Geografia (RENNEGEO).



RENNEGEO

Rede Norte - Nordeste de Pesquisadores da Pós-Graduação em Geografia

