

Organizadores
Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva

Abordagens e temas da Geografia Física





Claudia Maria Sabóia de Aquino

Graduada em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), com mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Atualmente é professora Adjunta da 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 de Geografia Física, Geodiversidade, Geopatrimônio, Geoconservação, Bacia hidrográfica, Desertificação e planejamento ambiental.



Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva

Graduado em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO/UFPI). Temas de interesse: filosofia da ciência, história e epistemologia da Geografia, questões socioambientais urbanas e ensino de Geografia. Atualmente é professor substituto na Secretaria Municipal de Educação de Teresina, Piauí.

Organizadores:
Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva

Abordagens e temas da Geografia Física

Sobral /CE
2020



Abordagens e temas da Geografia Física

© 2020 copyright by Cláudia Maria Sabóia de Aquino, Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva (Orgs.)
Impresso no Brasil/Printed in Brasil



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

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico

Marco Antonio Machado

Coordenador do Conselho Editorial

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Conselho Geografia e Educação

Alberto Pereira Lopes

Ana Paula Pinho Pacheco Gramata

Francisco Ari de Andrade

Isorlanda Caracristi

José Falcão Sobrinho

Paulo Rogério de Freitas Silva

Paulo Sérgio Cunha Farias

Sandra Liliana Mansilla

Vanda Carneiro de Claudino Sales

Virgínia Célia Cavalcante de Holanda

Revisão

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Diagramação e capa

Éder Oliveira França

Catálogo

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967

Financiamento e apoio



A154 Abordagens e temas da geografia física./ Cláudia Maria Sabóia de Aquino, Francisco John Lennon Tavares da Silva. (Orgs.). – Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

200p.

ISBN: 978-65-87429-41-0 - papel

ISBN: 978-65-87429-42-7 - e-book - pdf

Doi: 10.35260/87429427-2020

1. Geografia física. 2. Ensino- Geografia física. 3. Temas atuais- Geografia física. I. Aquino, Cláudia Maria Sabóia de. II. Silva, Francisco John Lennon Tavares da. III. Título.

CDD 550
910.02

Os organizadores destacam que a obra reúne os resultados de pesquisas desenvolvidas no âmbito dos Grupos de Pesquisa Estudos em Geografia Física e Geodiversidade, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, vinculados aos laboratórios de Geomática e de solos e sedimentos, da Universidade Federal do Piauí e conta com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI.

Apresentação

Adentrar no livro *Abordagens e Temas da Geografia Física* é uma aventura prazerosa, pois permeia temas diversificados sobre a natureza desde as bases epistemológicas até os estudos fundantes da Geografia Física, pautados no conhecimento geomorfológico e pedológico.

Ocorre que as discussões teóricas em Geografia Física parecem ser deixadas de lado nos últimos anos, em uma escala temporal distante, quiçá uma década, isto posto pelos estudiosos da natureza. Com isso, o livro começa de forma positiva ao trazer o debate da teoria à luz das discussões. Os clássicos da Geografia foram revisitados e novamente colocados à tona, dentre os citados: Ritter, Humboldt, La Blache. Enriquecidos por clássicos nossos, aqui menciono dentre tantos o nosso grandioso Carlos Augusto Monteiro.

Fica exposto que o objetivo da obra, em sua complexidade, é propiciar a divulgação das múltiplas possibilidades de leituras de temas emergentes, no caso a geodiversidade e a educação em solo; e também pesquisas e desafios contemporâneos, quais sejam as bacias hidrográficas.

A grandeza da contribuição recai, ainda, na opção pelo objeto de estudo, que nos remete aportar no espaço de vivência dos autores, no caso o estado do Piauí. Este torna-se o baluarte do olhar cobiçado dos pesquisadores, tomando-o como projeção das análises, sempre amparados com o rigor científico, em seus alicerces teóricos e metodológicos.

O enlace traçado só é possível pela formação da equipe de pesquisadores, liderada por experientes profissionais consolidados pelos anos de dedicação à ciência, no laboratório e no campo. Contudo, a riqueza na participação do vigor científico de jovens pesquisadores e repletos na ética e no buscar o novo são fatores indissociáveis que permeiam a escrita dos capítulos.

Parece oportuno mencionar que a equipe que enlaça à obra, reconhecidamente, utilizou as técnicas cartográficas possíveis para atender aos objetivos expostos em cada capítulo, isto posto, a partir

do segundo capítulo, contudo, a utilização da técnica ilustrou com maestria as informações que são pertinentes às respostas teóricas e metodológicas a que foram submetidas. Digo de outra forma que a materialidade das informações através dos recortes da natureza propostos nos mapas tornaram dinâmicas as reflexões sobre os temas.

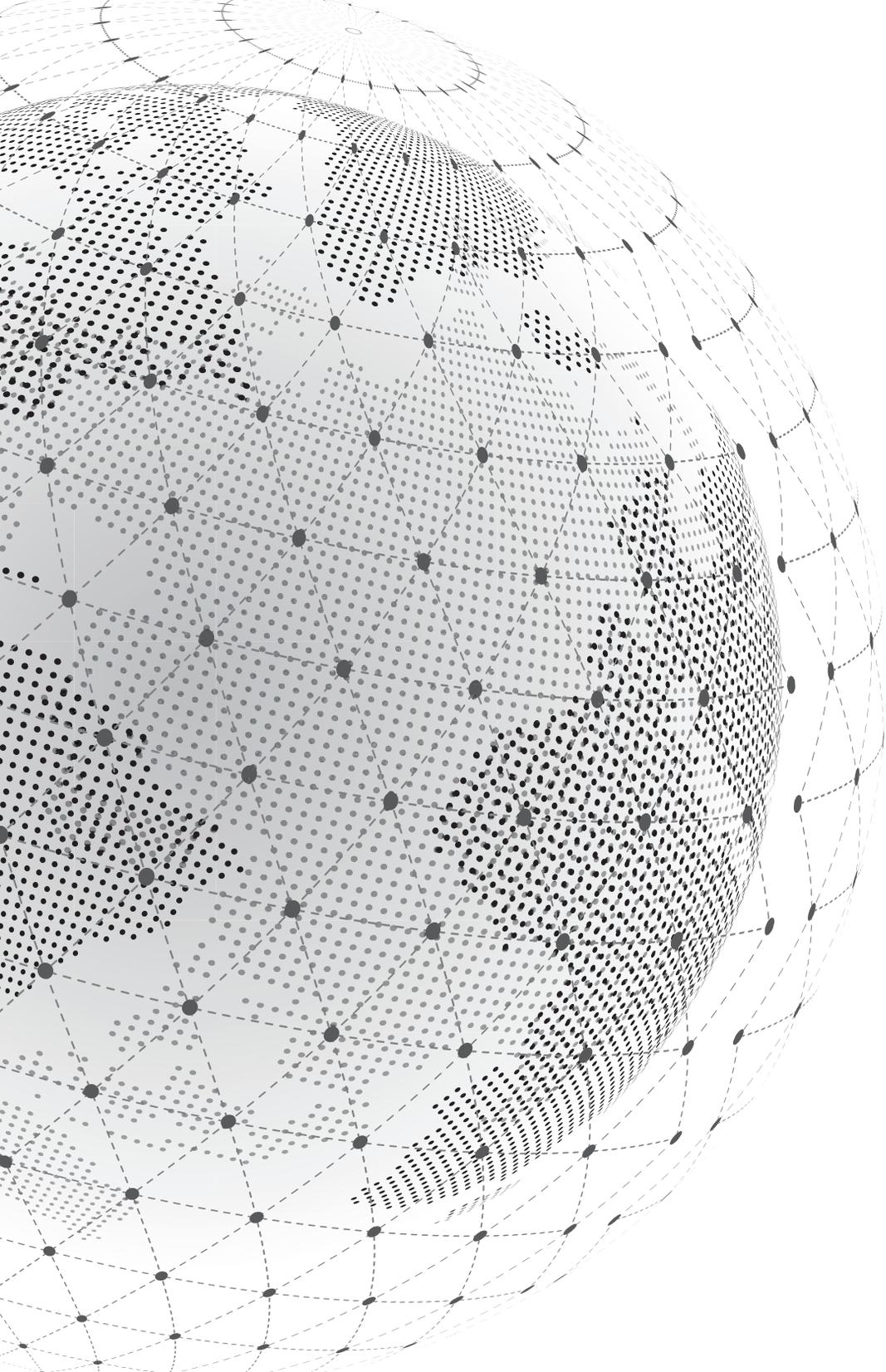
A certeza que fica é de uma boa leitura para quem aprecia visualizar a natureza e a sua dinâmica, como também possuir o entendimento das potencialidades de convivência com os recursos naturais a partir do entendimento destes. Elucidado pelas informações, se tem vários recortes do semiárido, este diversificado, exuberante e com grande potencial de uso, preferencialmente pautado no conhecimento científico! De sorte, a condução da obra foi respaldada por pesquisadores qualificados!

Registro o agradecimento em permitirem registrar estas poucas linhas, motivadas pela leitura dos capítulos que seguem, que certamente embevecarão os que se deslumbram as paisagens piauienses.

Prof. José Falcão Sobrinho

Sumário

A relação sociedade-natureza no pensamento geográfico: perspectivas epistemológicas.....	9
Geodiversidade, patrimônio geológico-geomorfológico e geoconservação: fundamentos conceituais.....	41
Fragilidade morfoclimática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Nordeste do Brasil	63
Levantamento pedológico de reconhecimento de alta intensidade na planície do delta do Parnaíba- PI.....	79
Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do rio Itaueira, Piauí	99
Vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Poti – Piauí: estudo sobre os impactos em zonas ribeirinhas ...	125
Relação solo-paisagem da zona leste de Teresina/PI e uso de micromonólitos como ferramenta de ensino	145
Proposta de roteiro geoturístico para as cidades de pedras, microrregião de Picos, Piauí, Brasil	173
Índice remissivo.....	195



A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA
NO PENSAMENTO GEOGRÁFICO:
PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS

Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva
Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Janaira Marques Leal



INTRODUÇÃO

A história do pensamento geográfico indica que o estudo da relação sociedade- natureza tem contemplado diferentes perspectivas. Entre o final do século XIX até aproximadamente 1940-50, o positivismo tradicional dominou as concepções geográficas. A partir da segunda metade do século XX, particularmente entre 1950 e 1970, novas abordagens foram propostas em face do cenário filosófico-científico de incertezas acerca do alcance explicativo dos esquemas tradicionais de pensamento.

Ao procurar romper com os postulados da Geografia tradicional – essencialmente positivista ao nível do método –, o movimento de renovação da Geografia apresentou múltiplas alternativas ao melhor entendimento de como as interações entre a sociedade e a natureza se combinam no processo de organização do espaço geográfico.

Assim, de um passado marcado pelo conflito entre deterministas e possibilistas, a Geografia do pós-Segunda Guerra Mundial assistiu emergência do neopositivismo, da fenomenologia e do marxismo, que propiciaram a elaboração de novos métodos de interpretação para problemas de pesquisa até então mal colocados ou ignorados.

Na perspectiva de contextualizar as diferentes formas de abordar a questão, buscando contribuir para as discussões em torno da teoria e do método na Geografia Física, o presente artigo tem como objetivo discutir como a relação sociedade-natureza tem sido concebida ao longo da construção do pensamento geográfico.

A discussão estrutura-se em torno de duas fases. Inicialmente, destaca-se a Geografia Tradicional, caracterizada pela hegemonia do positivismo clássico e do paradigma fragmentário, os quais concorreram para a promoção de uma ciência marcadamente naturalista. De outro lado, tem-se a fase de renovação da Geografia (pós-1950), evidenciando-se o sistemismo, a fenomenologia e o marxismo como sistemas filosóficos que influenciaram os estudos geográficos neste momento, abrindo novas posturas ante a análise da relação sociedade-natureza.

GEOGRAFIA TRADICIONAL, PARADIGMA FRAGMENTÁRIO E O ENFOQUE NATURALISTA

De acordo com Veloso Filho (2015), a Geografia se consolidou como ciência moderna no transcorrer do século XIX. Seu primeiro grande interesse voltou-se para a descrição das feições da Terra e para a compreensão da ação do homem sobre a natureza. Outra preocupação desta ciência, afirmou-se já no final daquele século, seria o estudo da diferenciação de áreas na superfície terrestre.

Assume-se, portanto, que as múltiplas concepções do pensar e do fazer geográfico encontram-se demarcadas por diferentes perspectivas teórico-metodológicas, comportando crenças e pressupostos endossados pela comunidade acadêmica, estabelecendo as convicções e orientando a forma como os pesquisadores percebem e representam o mundo no processo da práxis científica (NUNES; VITTE, 2017).

Pode-se afirmar que a preocupação com o entendimento das relações entre sociedade e natureza constitui-se em uma das mais notáveis tradições da pesquisa geográfica, em particular no cerne da Geografia Física, considerando o interesse deste ramo do conhecimento na análise dos encadeamentos responsáveis pela organização espacial (CLAVAL, 2014; PATTISON, 1990).

Conforme a ideia de que a temática ambiental substantiva-se na interação sociedade-natureza, entende-se que este tópico sempre esteve presente na Geografia, tendo comportado diversas concepções. A respeito disso, Suertegaray (2002, p. 116-117) acrescenta que:

Na sua origem, a discussão desta relação [sociedade-natureza] buscava uma interação homem x meio e compreendia meio como sinônimo de natureza, ou seja, nesta visão o homem era entendido como externo ao meio, ou externo à natureza. Ao longo do tempo, a Geografia vai transformando sua compreensão e passa a pensar o ambiente como homem/sociedade e seu entorno [...]. As tendências mais atuais [...] tendem a pensar o ambiente sem negar as tensões sob as suas diferentes dimensões [...] Retoma-se um pensamento conjuntivo, onde meio ambiente vai sendo pensado como ambiente por inteiro, na medida em que sua

análise exige compreensão das práticas sociais, das ideologias e culturas envolvidas.

Destarte, pode-se admitir que a evolução do enfoque ambiental na Geografia confunde-se com a própria construção do pensamento geográfico (MONTEIRO, 1999). Ao procurar circunstanciar o desenvolvimento do estudo da relação sociedade-natureza na Geografia, Mendonça (2002; 2014) e Pinto (2015) sugerem uma periodização em três grandes fases.

A primeira fase abarcou desde a institucionalização da Geografia como ciência moderna, ainda no século XIX, até o findar da década de 1940, aproximadamente. A segunda fase compreendeu o período entre 1950 e 1970. Por fim, a terceira fase começou a se configurar já a partir do final da década de 1970, contexto de promoção de posturas científicas e filosóficas alternativas ou pós-modernas (HARVEY, 2008).

Na primeira fase da abordagem ambiental na Geografia, sociedade e natureza eram, em verdade, concebidas como homem e meio, respectivamente, cuja apreensão fundamentava-se em pressupostos metodológicos reducionistas. Havia uma forte tendência em estudar os processos sociais pela lógica das ciências da natureza, decorrendo disto a alcunha de período naturalista (CORRÊA, 2000). As descrições pautavam-se pelo detalhamento exaustivo das características físicas das paisagens locais. Relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna e flora eram estudados dissociadamente da dinâmica dos processos sociais (MENDONÇA, 2014).

Karl Ritter e Alexander von Humboldt foram os responsáveis por sistematizar a Geografia nos moldes da abordagem naturalista: à visão de mundo do holismo romântico, Ritter e Humboldt agregaram a postura iluminista-fragmentária de Kant, na qual a superfície terrestre corresponde ao palco onde os fenômenos de interesse geográfico mais imediato se desenrolam (CAPEL, 2008). Nesse ínterim, Ritter e Humboldt colocaram homem e natureza no quadro comum da coabitação da superfície terrestre, instrumentalizados mediante a teorização geográfica (MOREIRA, 2014).

O método de Ritter era o da comparação dos recortes paisagísticos por semelhanças e diferenças dos seus componentes, extraíndo

dessa síntese o caráter de individualidade que identifica e distingue cada recorte dentro do todo corográfico (MORAES, 1989). Por sua vez, Humboldt tomou a metodologia comparativa de Ritter como pressuposto para buscar nas relações entre as bases orgânicas e inorgânicas da superfície terrestre o elo de integração para a totalidade dos fenômenos. A partir de Humboldt, o campo de trabalho da Geografia seria definido como a superfície terrestre, onde deveria ser procurada a compreensão dos fenômenos físicos e humanos, com base numa perspectiva de síntese (VITTE, 2007).

A partir de Ritter e Humboldt, consagrou-se a concepção de que o homem e o meio configuram o conteúdo principal da teoria geográfica, uma teoria ajustada ao espírito filosófico e científico de uma época em que se buscava o reconhecimento da diversidade geográfica do planeta (MOREIRA, 2014). Amparados pelos métodos comparativo, descritivo, cartográfico e histórico, Humboldt e Ritter tinham como preocupação o estabelecimento de leis gerais que permitissem o acesso à universalidade dos fenômenos terrestres. Suas contribuições levaram a Geografia do estágio pré-científico à condição de ciência moderna (CAPEL, 2008).

No decorrer dos séculos XVIII e XIX, o conhecimento do mundo passou a ter uma importância cada vez maior para os grupos dominantes que aspiravam à unificação político-nacional e ao domínio colonial, sobretudo na Europa (MORAES, 1989). Para Andrade (1987), a estrutura ideológica e cultural que se consolidou no século XVIII ajudou a consagrar a racionalidade da ação humana sobre a natureza, validando a sua dominação sob o manto do conhecimento científico. O homem, assim, passou a explorar de forma progressiva os recursos naturais a fim de prover suas necessidades.

As contingências culturais, econômicas e políticas deste período histórico impuseram um conjunto de diretrizes que estruturariam o pensamento científico do século XIX, refletindo-se na sistematização do positivismo, orientação filosófica sobre a qual se ergueu o paradigma fragmentário (CAPRA, 2006).

Camargo (2005) preconiza que a aliança entre o racionalismo cartesiano e a filosofia positivista balizou o desenvolvimento da Geografia moderna, repercutindo na dicotomização da relação so-

cidade-natureza durante a fase tradicional da ciência geográfica. O positivismo sustenta que o único conhecimento válido deriva da observação do mundo físico, baseado na verdade da experiência pura. Em função de seu excessivo apelo empirista, o positivismo nega a utilidade do conhecimento que ultrapasse os dados da observação imediata (CAMARGO, 2005; REIS JÚNIOR, 2007).

Na acepção de Marandola Júnior (2008), a concepção positivista do conhecimento começou a se inserir na Geografia desde sua sistematização como ciência moderna. Tal característica pode ser rastreada nas concepções de Ritter e Humboldt, nas quais se identifica a preocupação em encontrar leis imutáveis por trás da relação homem-natureza. O crescente interesse com o conhecimento e controle da natureza favoreceu a expansão das ciências empíricas, da observação e da experimentação – as ciências do domínio da razão prática (MOREIRA, 2014).

Nesta etapa do pensamento geográfico, destacaram-se as contribuições de Friedrich Ratzel, Vidal de La Blache, Alfred Hettner e Élisée Reclus. A partir de pontos de vista particulares, estes estudiosos legaram à Geografia importantes interpretações em torno do seu objeto de estudo, em que o binômio homem-meio constituía o foco.

As ideias dos geógrafos em destaque manifestavam uma percepção de Geografia coerente com o paradigma fragmentário, condescendente com a hegemonia positivista instaurada, a qual prescrevia que o estudo da realidade devia orientar-se com base em métodos consolidados nas ciências naturais (MOREIRA, 2008).

Ratzel ganhou projeção ao enfatizar o homem em suas ponderações. Ao buscar suporte nas ciências naturais, produziu uma Geografia descritiva onde os aspectos naturais e humanos se apresentavam dissociados. A obra de Ratzel inspirou a vulgarização do termo determinismo ambiental, em que o homem era concebido como um produto passivo do meio (MORAES, 1989; 2007).

La Blache percebia a Geografia como pertencente ao bloco das ciências naturais. Para ele, a Geografia era a ciência dos lugares, e não dos homens (LA BLACHE, 1985). No entendimento de Andrade (1987), esta distinção tem uma importante consequência epistemológica: se a Geografia é uma ciência natural, ela não pode

compreender e explicar como e por que as sociedades organizam o espaço, limitando-se a interpretar, num viés reducionista e naturalista, o produto final dessa produção e organização.

Inspirado por uma concepção fragmentária, La Blache aprofundou a separação entre os elementos humanos e naturais. Dentro deste horizonte, a natureza era apenas um suporte, um conjunto de possibilidades para o desenvolvimento dos grupos humanos. Suas ideias introduziram no pensamento geográfico aquilo que se convencionou denominar de possibilismo geográfico (MORAES, 2007).

Hettner (2011) entendia a Geografia como “a ciência da superfície terrestre relativa às suas diferenças locais, dos continentes, das regiões, das paisagens e localidades” (HETTNER, 2011, p. 138). Admitia a Geografia como sendo, a um só tempo, uma ciência da natureza e do homem. Em suas palavras:

A Geografia não pode se limitar a nenhum reino específico da natureza ou do espírito, mas sim tem que abranger simultaneamente todos os reinos da Natureza e o Homem. Ela não é nem ciência da natureza nem do espírito [...], mas sim ambas ao mesmo tempo [...]. Natureza e Homem pertencem à característica das regiões e numa ligação tão estreita que eles não podem ser separados um do outro (HETTNER, 2011, p. 144).

Todavia, Tatham (1959) esclarece que a concepção de Hettner contribuiu para acentuar as dicotomias, uma vez que homem e natureza eram focalizados por Hettner como domínios incomensuráveis, cujas relações não se enxergavam, configurando uma perspectiva fragmentada. Outro aspecto marcante do pensamento de Hettner se refere à aplicação dos métodos das ciências naturais para explicar os fatos sociais.

Acerca do pensamento de Reclus, é um tanto quanto recorrente na literatura a descrição de um cientista com uma postura destoante dos seus contemporâneos. Sua visão de Geografia possuía um tom libertário, na perspectiva em que adotou ideias de reformas sociais radicais e defendeu as classes menos favorecidas (ANDRADE, 1987).

Reclus não fazia distinção entre Geografia Física e Geografia Humana. Seus estudos procuravam enfatizar a análise dos fenômenos do quadro físico e as interações com os processos sociais, tendo em vista a utilização dos recursos da natureza (MOREIRA, 2014).

Para Mendonça (2014), a Geografia proposta por Reclus, embora presa à inescapável atmosfera positivista de sua época, afastava-se ligeiramente do enfoque excessivamente naturalista de Ratzel, Hettner e La Blache. Em Reclus, o homem era concebido como a natureza consciente de si própria (MOREIRA, 2014). À vista disso, homem e natureza eram percebidos por Reclus como partes de uma interação dialética.

A partir desta revisão da primeira fase da abordagem da relação sociedade-natureza no pensamento geográfico, depreende-se, com base em Pattison (1990) e Souza (2018), que a concepção de Geografia daquele período trazia na sua estrutura epistemológica o reflexo de uma tradição de pesquisa em que a busca das conexões entre o homem e o meio configurava a genuína preocupação geográfica, âmbito da sua identidade disciplinar.

Nestes marcos, delineou-se na Geografia tradicional o entendimento das interações homem-meio em dois sentidos: (i) o homem concebido como produto daquilo que o seu meio determina; (ii) o meio entendido como um conjunto de possibilidades para o homem, ou seja, a natureza aparece como um recurso.

Como pano de fundo, tem-se que a perspectiva positivista/naturalista institucionalizada nos centros acadêmicos do período em análise arbitrou a classificação das ciências em polos opostos (ciências da natureza e ciências da sociedade), cujos problemas ou objetos de pesquisa estariam supostamente desconectados.

Em reciprocidade, disseminou-se a ideia de que a Geografia seria uma espécie de “ciência-ponte” (SOUZA, 2018, p. 276) entre as ciências naturais e sociais, estando incumbida de estabelecer a integração das informações físico-naturais e socioculturais, procedendo à síntese dos conhecimentos.

De acordo com Gomes (1996), a Geografia tradicional singularizou-se por seu caráter de ciência reacionária que pretendia institu-

cionalizar uma concepção de imutabilidade para as relações entre o homem e a natureza.

A despeito de suas limitações, não se pode negar a importância da Geografia tradicional, em razão de ter deixado um corpo de conhecimentos que esboçou a identidade de uma nova disciplina acadêmica. Se não fosse por Ritter, Humboldt, La Blache e pares correlatos, a condição de ciência institucionalizada conferida à Geografia nesse período talvez fosse retardada (MORAES, 2007).

A forma como os geógrafos abordavam a relação do homem com o ambiente nos idos de 1870 aos anos de 1940-50 emerge sim como matéria aberta a reavaliações, desde que devidamente enquadrada no contexto científico-filosófico ao qual estava aderida. Consoante esta percepção, Suertegaray e Nunes (2001, p. 9) ponderam que:

[...] construir uma ciência de articulação na época em que surgiu oficialmente a Geografia pareceria ser como remar contra a maré, pois neste período a visão de ciência dominante privilegiava a divisão entre ciências da natureza e da sociedade. Ao contrário da integração, o que prevaleceu no final do século XIX e durante mais da metade do século XX foi a fragmentação.

Além disso, a ênfase descritiva orientada pela observação minuciosa dos fenômenos favoreceu a sistematização de um rico acervo de informações levantadas pela labuta empírica. À Geografia tradicional credita-se também a elaboração preliminar de alguns conceitos geográficos, como território, região e paisagem (MORAES, 2007).

Em síntese, a ideia de se estudar as interconexões entre sociedade e natureza em termos conjuntivos foi refreada diante do paradigma fragmentário, hegemônico durante toda a primeira fase da abordagem ambiental na Geografia – paradigma que, em certa medida, ainda hoje se manifesta nos sistemas de pensamento da Geografia.

A RENOVAÇÃO DA GEOGRAFIA: O SISTEMISMO, O MARXISMO E A FENOMENOLOGIA

A visão de mundo construída pela Geografia tradicional foi questionada. Seu método corológico foi posto em dúvida. Nessa fase do pensamento geográfico, sociedade e natureza eram percebidas fora das suas relações. As suposições do positivismo clássico consolidaram uma concepção de realidade pouco dinâmica. Nessas circunstâncias, a complexificação da realidade mundial a partir dos anos de 1950:

[...] defasou o instrumental de pesquisa da Geografia, implicando numa crise das técnicas tradicionais de análise. Estas não davam mais conta da descrição e representação dos fenômenos da superfície terrestre. Criadas para explicar situações simples, quadros locais fechados, não conseguiam apreender a complexidade da organização do espaço. O instrumental elaborado para explicar comunidades locais não conseguia apreender o espaço da economia mundializada. Estabelece-se uma crise de linguagem, de metodologia de pesquisa. O movimento de renovação vai buscar novas técnicas para a análise geográfica (MORAES, 2007, p. 105).

Diante da incontornável necessidade de atualizar seus aportes teóricos e metodológicos, a Geografia passou por diferentes reelaborações na sua forma de analisar a realidade. Identifica-se, neste momento, a segunda grande fase da abordagem da relação sociedade-natureza, período em que:

[...] o meio ambiente deixa de receber aquela tradicional visão descritiva/contemplativa por parte da geografia [...]. O meio ambiente é visto então como um recurso a ser utilizado e como tal deve ser analisado e protegido, de acordo com suas diferentes condições, numa atitude de respeito, conservação e preservação (MENDONÇA, 2014, p. 66).

Ressalta-se que no tocante ao desenvolvimento das concepções geográficas, é sempre particularmente difícil estabelecer limites rígidos entre o surgimento e o retrocesso das correntes de pensa-

mento, uma vez que as transformações epistemológicas que orientam os estudos geográficos se processam lentamente.

Como expressam Gomes (1996) e Claval (2002), o pensamento geográfico é constituído por um conjunto diferenciado de horizontes epistemológicos, cada qual promotor de caminhos teórico-metodológicos também diversos.

A segunda fase da abordagem ambiental na Geografia atravessou uma multiplicidade de perspectivas, a saber: (i) Nova Geografia ou Geografia Neopositivista; (ii) Geografia Ecológica ou Sistemico-Ambiental; (iii) Geografia Crítica ou Radical e (iv) Geografia Humanística ou Fenomenológica (ANDRADE, 1987).

Relativamente aos elementos que singularizam cada corrente de pensamento, Moraes e Costa (1987) enfatizam que o método aparece como o pressuposto mais significativo, haja vista que o método fornece os balizamentos da prática científica a partir de um conjunto particular de preceitos, orientando a delimitação do escopo investigativo e indicando os instrumentos necessários para seu desenvolvimento.

Assim, a discussão em torno das concepções relativas ao estudo da interação sociedade-natureza que emergiram na Geografia a partir dos anos de 1950 será feita à luz dos pressupostos atinentes aos métodos intrínsecos às correntes de pensamento supracitadas, com destaque para o sistemismo, o marxismo e a fenomenologia.

De forma geral, aceitam-se as contingências da Segunda Guerra Mundial como um ponto de virada cultural, política, econômica e ambiental em nível global (HOBSBAWM, 2008). Além das perdas humanas, os eventos associados a este conflito desencadearam a destruição das paisagens naturais de vários países.

Foi a partir desse marco histórico que a busca por novas perspectivas de abordagem da natureza e da sociedade ganhou impulso no meio científico. Neste contexto, Mendonça (2014) acrescenta que as primeiras manifestações relativas à preocupação com o ambiente foram decorrentes do pós-Segunda Guerra.

A cosmovisão defendida pelo movimento ambientalista incidia na crítica ao sistema capitalista, tendo em vista que este modelo

econômico de produção estruturou-se a partir da negação das suas consequências sobre os sistemas naturais.

Nesse sentido, Porto-Gonçalves (2006) argumenta que a natureza tem sido historicamente entendida como um objeto a ser dominado pelo homem. Nessa ótica, os movimentos sociais da década de 1960 buscaram chamar a atenção para a necessidade de reavaliação dos pressupostos inerentes ao sistema econômico vigente, bem como das posturas éticas e culturais construídas pela sociedade perante a natureza.

Portanto, a emergência da crise ecológica foi impulsionada por um amplo contexto de contestação que evidenciou o modo como a sociedade tem se relacionado com a natureza – relação marcada pela apropriação imediatista e destrutiva dos recursos naturais, tendo como consequência a depreciação da qualidade de vida (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Acrescenta-se que os movimentos ambientalmente engajados têm encontrado refúgio institucional nas cúpulas da Organização das Nações Unidas (ONU). Seu pacote de programas voltados à proteção ambiental tem contemplado temas como biodiversidade, governança ambiental, justiça socioambiental, desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas, desertificação, entre outros (DESCHAMPS, 2004).

Entre os principais encontros patrocinados pela entidade em foco, cita-se a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo, Suécia, que ficou marcada pelo conflito de interesses político-econômicos entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos (VESENTINI, 1997).

Em 1992, a ONU organizou uma conferência no Rio de Janeiro (ECO-92), tendo como tema central Meio Ambiente e Desenvolvimento. Transcorrido um decênio, realizou-se a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO+10), em Johannesburgo, África do Sul. A renovação dos compromissos políticos globais em prol da natureza voltou a entrar em pauta em 2012, quando a cidade do Rio de Janeiro sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Natural (RIO+20).

Em sintonia com este cenário, os geógrafos assimilaram que os referenciais epistemológicos da sua ciência estavam esgotados. Destituída de um sistema de pensamento holístico, a Geografia viu na Teoria Geral dos Sistemas a oportunidade de aferir com mais acuidade as interações entre sociedade e natureza (CAMARGO, 2005).

A inserção do sistemismo na Geografia ganhou destaque a partir dos anos de 1960, contexto da revolução teórica e quantitativa, conhecida como Nova Geografia (REIS JÚNIOR, 2007). Os pesquisadores simpatizantes dessa corrente foram buscar fundamentos na filosofia neopositivista.

Para Gomes (1996), além do recurso à Teoria Geral dos Sistemas, a Nova Geografia caracterizou-se pelo uso mais recorrente de técnicas estatísticas e pela utilização de modelos matemáticos, instrumentos estes que potencializavam o levantamento e teste de hipóteses, decorrendo disto um maior poder de teorização. As técnicas de elaboração cartográfica se refinaram. A prática geográfica tornava-se mais precisa e confiável. Com esse novo instrumental, a preocupação com a organização espacial tornou-se o mais nobre interesse da Geografia (FAISSOL, 1972; 1989).

A propósito da aplicação da concepção sistêmica aos estudos geográficos, Christofolletti (1985, p. 19) comenta que:

[...] a abordagem sistêmica serve ao geógrafo como instrumento conceitual que lhe facilita tratar dos conjuntos complexos, como os da organização espacial. A preocupação em focalizar as questões geográficas sob a perspectiva sistêmica representou característica que favoreceu e dinamizou o desenvolvimento da Nova Geografia [...]. A aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geográficos serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para considerações críticas de muitos dos seus conceitos [...].

Malgrado o discurso sobre a necessidade de explicar a organização do espaço numa percepção conjuntiva, Spósito (2001) entende que, na prática, a concepção de realidade contida na estrutura

teórica da Geografia de inspiração neopositivista pressupunha uma visão fixista, funcional e idealista do espaço.

Ao ocultar os processos e embates sociais inerentes à apropriação da natureza, ao recorrer aos esquemas teórico-metodológicos das ciências naturais para explicar a dinâmica da sociedade, a Geografia Neopositivista naturalizou a abordagem dos problemas ambientais.

Por conseguinte, a pretensa revolução teórico-metodológica patrocinada pela filosofia neopositivista de cunho hipotético-dedutivo mostrou-se falsa. Diante dos resultados insatisfatórios, a Nova Geografia mostrou-se reacionária e conservadora na sua forma de abordar a relação das sociedades com a natureza (SANTOS, 2008a).

A progressiva aplicação dos princípios sistêmicos, atrelada ao crescente interesse dos geógrafos pelos problemas ambientais, oportunizou a particularização de outra corrente de pensamento, denominada de Geografia Ecológica, cuja expressividade se fez notar no transcurso dos anos de 1960 e 1970 (ANDRADE, 1987).

Diversas abordagens particulares foram propostas a fim de operacionalizar a perspectiva geográfico-ecológica, tendo como meta básica o estudo da interação sociedade-natureza de forma conjuntiva. Desde então, tornaram-se referência os ideários sistêmico-ambientalistas de Viktor Sotchava, Jean Tricart e Georges Bertrand.

Com o intuito de subsidiar a Geografia em sua busca pela compreensão integrada da complexidade ambiental, Sotchava (1977) encaminhou a elaboração da abordagem geossistêmica, oferecendo instrumental teórico-metodológico para a avaliação diligente das intervenções antrópicas na natureza.

A concepção de uma Geografia sistêmico-ambiental encontra-se projetada na análise ecodinâmica proposta por Tricart (1977), posteriormente reformulada e ampliada na ecogeografia (TRICART; KILLIAN, 1979).

Em conexão com os princípios da Ecologia e da Teoria Geral dos Sistemas, Tricart (1977) procurou delinear parâmetros para o estudo integrado do ambiente – parâmetros que indicam como o ambiente responde às pressões antrópicas. Estas respostas do ambiente podem ser mensuradas por intermédio do seu compor-

tamento ecodinâmico. Na compreensão de Ross (2006), a análise ecodinâmica representou uma perspectiva renovada de perceber sociedade e natureza no contexto de uma abordagem integrada. Para Souza (2000), os princípios ecodinâmicos oportunizam a identificação de ambientes com maior ou menor vulnerabilidade e/ou fragilidade, possibilitando o discernimento de diferentes níveis de sustentabilidade ambiental.

Nos termos originais do seu esboço metodológico sobre o estudo da paisagem, Bertrand (2004) endossou uma concepção naturalista. Com o passar dos anos, o geógrafo em epígrafe avançou na construção de uma abordagem integrada que possibilitasse territorializar o homem no ambiente, contemplando, para tanto, aspectos naturais, econômicos e culturais em suas particularidades.

Geossistema, ecodinâmica, ecogeografia – qualquer que seja o rótulo, estas propostas surgiram da necessidade de elaboração de aportes teórico-metodológicos que operacionalizassem a compreensão integrada das interações entre sociedade e natureza, enfatizando a superação do enfoque naturalista subjacente aos estudos tradicionais. Outro elemento comum às propostas de uma Geografia ecológica é a inspiração teórico-conceitual, em que se destaca a Teoria Geral dos Sistemas.

Para os adeptos desta Geografia, o enquadramento teórico oferecido pelo sistemismo possibilitava a formalização de uma nova concepção para o estudo da relação sociedade-natureza. Mesmo que o método sistêmico tenha oportunizado uma importante recalibragem conceitual, Mendonça (2014) sublinha a parcialidade com a qual os geógrafos insistem em abordar as relações sociais no contexto dos dilemas ambientais. A sociedade continua a ser ponderada a partir da visão das ciências naturais, mormente nos estudos de Geografia Física, naturalizando a ação do homem (SUERTEGARAY, 2002).

A abordagem sistêmica tem se constituído muito mais enquanto um instrumento conceitual do que propriamente uma nova concepção epistemológica, que poderia, enfim, estimular o estudo integrado e contextualizado das relações entre sociedade e natureza. Neste aspecto, o homem ainda tem sido concebido como um fator externo à natureza. Em tese, a abordagem sistêmica facultava aos

pesquisadores a possibilidade de compreensão do ambiente em sua multidimensionalidade, mas na prática os sistemas ambientais e os sistemas socioeconômicos continuam a ser ponderados como dois sistemas opostos, pobremente inter-relacionados por suposições naturalistas.

Neste quadro de concepções, a sociedade se resume à dinâmica de uso/ocupação, enquanto a natureza confunde-se com a terra/solo, um mero recurso homogeneamente acessível a todos. Sabe-se, porém, que a realidade espelha uma imagem invertida: uma natureza apropriada sob a égide de processos que se desenrolam a partir de uma lógica conflituosa, contraditória e excludente.

É justamente essa intrincada lógica subjacente à aparente harmonia colaborativa entre sociedade e natureza que a abordagem sistêmica parece não enxergar. Esse silêncio sistemático acerca dos processos intrínsecos a uma sociedade rigidamente compartimentada em classes com diferentes capacidades de intervir na natureza tem levado boa parte dos estudos ambientais contemporâneos a resultados insatisfatórios.

Como pondera Reis Júnior (2007), as pesquisas que se revestem como geossistêmicas esbarram sobre resultados fragmentados. Os estudos sistêmicos continuam sendo em boa medida parcelares, em razão de que “[...] prepondera ou a ótica economicista, ou a estritamente ambiental – ao término, indisfarçadas pela tentativa de vender por holística uma computação exaustiva de dados” (REIS JÚNIOR, 2007, p. 174).

Abstrai-se disso que a abordagem integrada veiculada pelo discurso sistêmico se dissolve em análises superficiais da produção social do espaço, pois não considera o ritmo social das demandas nem os conflitos relativos ao uso diferenciado dos ambientes. Quando aplicado de forma leviana, o método sistêmico mais agudiza que abranda a dicotomia Geografia Física/Geografia Humana.

O fluxo de ideias que marcou o pensamento geográfico durante os anos de 1970 fez emergir concepções teóricas singulares em suas propostas de leitura da realidade. A Geografia Crítico-Radical entra em cena. No âmago desse sistema de pensamento, o espaço geográfico é considerado como um produto eminentemente social (GOMES, 1996). Pensada e praticada como ciência social, a Geogra-

fia teria como ponto de partida a própria sociedade. Com este intento, era preciso compreender as relações sociais e explicar de que forma estas influem na produção do espaço geográfico (ANDRADE, 1987). Ao revisitar os propósitos epistemológicos da Geografia Crítico-Radical, Spósito (2001, p. 102-103) comenta que:

Em termos teóricos, essa tendência caracteriza-se pela tentativa de desvendar conflitos de interesses [...] por meio da eleição das categorias de análise e na sua articulação com a realidade estudada, pelo questionamento da visão estática da realidade [...], relacionado à preocupação com a transformação da realidade estudada e da proposta teórica, procurando sempre o resgate da dimensão histórica dessa realidade, propondo-se as possibilidades de mudanças com base em uma postura marcadamente crítica.

Destaca-se que a assimilação do pensamento marxista caracterizou a edificação da Geografia Crítico-Radical, influenciando seus pressupostos metodológicos. Houve diferenças na forma como essa assimilação ocorreu, mas é inegável que o marxismo constituiu a principal fonte filosófica dessa perspectiva geográfica (DINIZ FILHO, 2002). Conforme os interlocutores da Geografia Crítico-Radical, o materialismo histórico-dialético, na sua condição de sistema de pensamento coerente, permite a assimilação da realidade dentro de um contexto racional (GOMES, 1996).

Nesse sistema de ideias, a abordagem da relação sociedade-natureza passou a ser feita mediante a aplicação dos preceitos do referido método, assimilado como a única alternativa metodológica plausível para a apreensão das conexões mais fundamentais entre os processos sociais e naturais operantes no espaço geográfico.

No cerne desta corrente de orientação marxista, a preocupação central da Geografia corresponde à formação da sociedade e os tipos de intervenção que esta realiza na natureza. A sociedade é o sujeito, e a natureza é o objeto (MORAES, 2007).

Para Andrade (1987), caberia à Geografia Crítico-Radical analisar a forma como a sociedade atua na natureza com o objetivo de identificar os conflitos e indicar as formas sociais que melhor se ajustem ao equilíbrio ambiental e ao bem-estar social. A Geografia

seria, assim, uma ciência eminentemente política, normatizando o acesso justo à natureza.

Nessa concepção, Santos (2008b) enfatiza que a relação do homem com a natureza é progressiva e dinâmica. A natureza incorpora continuamente a ação do homem e dele adquire diferentes feições associadas a um específico contexto histórico, cultural e econômico. A relação sociedade-natureza manifesta-se como um processo dialético – o homem modifica a natureza, a natureza modifica o homem.

Na Geografia Crítico-Radical, a abordagem da relação homem-natureza deve ser encaminhada em função das relações entre os próprios homens no âmbito de uma determinada formação socioeconômica. Estudar a relação do homem com a natureza é, antes de tudo, investigar as contradições sociais.

A despeito dos impulsos teóricos do marxismo, as críticas a esta perspectiva logo se exteriorizaram. Em relação à aplicação do materialismo histórico-dialético ao estudo da natureza, Moraes (1997) salienta que o referido método não oferece fundamentação epistemológica consistente quando estendido aos processos físico-naturais. Diante desse entrave, alguns pesquisadores acabaram por deturpar o componente dialético do mencionado método em suas tentativas de expandir forçosamente o seu horizonte interpretativo à análise das conexões entre sociedade e natureza. A aplicação pouco rigorosa do marxismo à análise ambiental tem subsidiado, assim, interpretações simplificadas acerca da complexa relação homem-natureza, com as distorções já enunciadas: natureza reduzida a recurso, externa e oposta a uma sociedade regida unicamente por condicionantes de ordem econômica.

Se a perspectiva sistêmica operou um avanço no entendimento integrado da natureza em detrimento da compreensão dos processos sociais, o aporte marxista desencadeou o oposto: agregou-se um renovado arcabouço teórico ao estudo da sociedade em seus aspectos intrínsecos, ao passo que a análise dos processos naturais foi subestimada.

A operacionalização parcial dos pressupostos do sistemismo e do marxismo no bojo dos estudos geográficos significou uma renovação também parcial. Na prática, continuaram-se moldando abor-

dagens parcelares e fragmentadas da relação sociedade-natureza, em que ora prepondera o social, ora enfatiza-se o natural. Nesse aspecto, mesmo que se reconheçam os avanços que as concepções sistêmicas e marxistas já alcançaram em seus campos temáticos de aplicação corrente, o emprego conservador dos seus pressupostos permanece lacunar diante da compreensão das conectividades entre sociedade e natureza no atual contexto das problematizações.

Em virtude da generalizada insatisfação com os resultados apresentados pelo sistemismo e marxismo, um determinado grupo de pesquisadores percebeu a necessidade de enveredar por novos caminhos analíticos. Nesse momento, a perspectiva fenomenológica despontou como uma compensação viável.

Na Geografia, a filosofia fenomenológica tem sido considerada como uma das principais fontes de orientação desde os anos de 1970, permitindo a ampliação dos horizontes interpretativos da ciência geográfica (MARANDOLA JÚNIOR, 2008).

Como método, a fenomenologia preocupa-se em estudar as formas pelas quais os fenômenos são percebidos e representados pela mente humana. Essa corrente de pensamento não procura explicar ou demonstrar como a sociedade organiza o espaço geográfico. O que se busca compreender são as particularidades fenomenológicas que se sucedem na geração de significados à escala humanística dos lugares (TUAN, 1985).

Conforme Holzer (2016), a preocupação central dos geógrafos humanistas é definir o lugar como um espaço vivido, representação subjetiva da experiência humana. O ponto de partida dos estudos geográficos de inspiração fenomenológica é o indivíduo, apreendido a partir das suas experiências individuais. É através das experiências subjetivas, portanto, que os homens se relacionam entre si e com a natureza.

Na qualidade de aporte teórico-metodológico, a fenomenologia oferece aos pesquisadores uma visão diferente de ciência, enfatizando que os fenômenos só possuem significado quando analisados em suas essências, acessíveis somente à escala das intencionalidades de cada pessoa (SPÓSITO, 2004).

A preocupação em estudar a espacialidade da relação dos homens com a natureza não foi posta de lado com a emergência da corrente humanística. Assim como ocorreu no contexto das perspectivas anteriores à fenomenológica, a abordagem ambiental manteve-se presente entre os interesses investigativos dos geógrafos humanísticos. Houve, contudo, uma transformação nas concepções interpretativas.

No enfoque humanístico, o interesse se volta menos para as regularidades generalizadoras e mais para as individualidades dos espaços vividos, dos lugares. Não se buscam modelos hipotéticos ou prospectivos, mas sim fornecer um quadro interpretativo baseado na compreensão das realidades vividas espacialmente.

Dentro do referencial da Geografia fenomenológica, a realidade é percebida a partir de uma visão dinâmica e de interação de todos os elementos da realidade. A natureza comparece como concepção e ideia, e o homem se define enquanto natureza pensante (SPÓSI-TO, 2001).

Ao ponderar sobre os avanços proporcionados pela Geografia Humanística, Amorim Filho (1999) elenca os seguintes: (i) ampliação epistemológica, com a assimilação de bases filosóficas consideradas alheias à Geografia; (ii) atualização conceitual; (iii) resgate de temas tradicionais; (iv) diversificação das técnicas de pesquisa; (v) desenvolvimento de novas articulações interdisciplinares; (vi) valorização do ensino da Geografia.

Em termos de obstáculos, destaca-se o desajuste entre os níveis conceitual e metodológico, pois tem havido um desequilíbrio entre o pensar e o fazer fenomenológico na Geografia, em que os pesquisadores têm logrado pouco êxito na operacionalização dos princípios humanísticos. Ademais, tendo em vista seu caráter de pouca aplicabilidade imediata, a Geografia Humanística tem encontrado dificuldades em responder aos problemas colocados pela sociedade (ANDRADE, 1987).

No contexto dos problemas socioambientais, a corrente humanística pode ser questionada nos seguintes pontos: (i) transferência de problemas contingenciados por processos sociais para o nível das percepções individuais; (ii) indiferença para com a compreensão dos processos socioeconômicos e para com as injustiças

sociais, afastando a discussão em torno da necessidade de reformular a sociedade em suas bases; (iii) o excessivo subjetivismo inerente à Geografia Humanística parece não ameaçar a ordem estabelecida, favorecendo a manutenção do status quo (SANTOS, 2008a).

Diante do exposto, percebe-se a histórica dificuldade que a Geografia tem encontrado para estudar a relação sociedade-natureza, a começar pelo fato de que não há um consenso do significado de natureza na Geografia (SPRINGER, 2008). Questão também polêmica diz respeito à abordagem teórica mais apropriada para a análise integrativa entre sociedade e natureza, respeitando seus processos intrínsecos.

Em virtude das múltiplas trajetórias que marcaram o pensamento geográfico na segunda metade do século XX, em que cada corrente de pensamento se colocava como sendo a melhor, a abordagem da relação entre sociedade e natureza na Geografia tem apresentado diferentes significados e concepções, múltiplos obstáculos e desafios.

Vale lembrar que as diversas concepções de pensamento não são marcadas por rupturas absolutas, haja vista que nem toda produção geográfica se encaixa de forma harmônica num único sistema teórico (ABREU, 1994). Além disso, a opção por uma perspectiva exclusiva tende a ser dificultada em períodos de crise, como foram os anos de 1970, berço de diferentes propostas teórico-metodológicas.

Ao refletir sobre a costumeira pressa com a qual os geógrafos têm procurado atualizar seus esquemas de pensamento, muitas vezes sem esgotá-los em suas potencialidades e insuficiências, Abreu (1994, p. 71) assevera que:

Já é hora [...] de superarmos a ideia de que as sucessivas “novas geografias” surgem para substituir as “velhas”, de que é preciso começar tudo de novo a cada instante porque uma nova proposta se impôs. Esta atitude [...] parece ter sido consequência da abertura repentina da Geografia Brasileira a novas matrizes epistemológicas, que por chegarem praticamente ao mesmo tempo trouxeram também consigo os seus respectivos discursos de afirmação.

A discussão que se impõe não é a do imediato descarte dos tradicionais sistemas de pensamento que balizaram a Geografia nas últimas décadas, mas sim a da necessidade de aprimorar as perspectivas disponíveis dentro de um contexto dialógico entre os saberes já consolidados e os novos horizontes que se abrem atualmente.

Assim sendo, torna-se válido que novos fundamentos sejam sondados a fim de que se viabilize a elaboração de estruturas de pensamento mais adequadas à compreensão crítica das complexas interações entre sociedade e natureza na contemporaneidade.

A ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL NA GEOGRAFIA

Na avaliação de Capra (2006), os dilemas ambientais contemporâneos são fundamentalmente sistêmicos, na medida em que estão interligados por processos interdependentes. Logo, a questão ambiental não pode ser compreendida a partir de um corpo desarticulado de conhecimentos. Nesse contexto, a emergência do período socioambiental aponta para a necessidade de compreender os problemas ambientais como uma das múltiplas faces de uma mesma crise – uma crise de percepção, decorrente de uma concepção obsoleta e reducionista de produzir conhecimento (CAMARGO, 2005).

Moreira (2008) defende que a superação do paradigma fragmentário situa-se como condição fundamental para a construção de um corpo de conhecimentos ajustados aos problemas atuais. O autor em questão aponta para a configuração de um período no qual um novo paradigma estaria em elaboração a partir da confluência de diferentes campos disciplinares, em um processo de integração dos saberes.

No campo do saber geográfico, Monteiro (2003) reconhece que a partir da década de 1980 houve uma tomada de consciência no que se refere aos níveis insatisfatórios da qualidade ambiental no Brasil. Paralelamente, os geógrafos se mobilizaram no sentido de abordar a relação sociedade-natureza de forma menos dicotômica, considerando mais de perto os processos sociais como elemento inerente aos dilemas ambientais.

No avançar da consolidação das novas concepções, a Geografia produzida nas décadas de 1980 e 1990 já agregava um conjunto de pressupostos teóricos e resultados empíricos comprometidos com a construção de uma abordagem revigorada, reconhecida como Geografia Socioambiental (MENDONÇA, 2002; PINTO, 2015).

Acredita-se que o termo socioambiental não se resume a um simples neologismo, na medida em que seu emprego busca enfatizar que os problemas ambientais têm conotação social – concepção aparentemente óbvia, mas que tem sido sistematicamente relegada. Frisa-se, por isso, a responsabilidade do pesquisador ao assumir compromisso com tal discurso. Neste âmbito, admite-se que uma pesquisa elaborada em conformidade com o enfoque socioambiental:

[...] deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre sociedade e natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou na dimensão social, atentando sempre para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações é a busca de soluções do problema, e que este deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade (MENDONÇA, 2002, p. 134).

A partir de uma concepção socioambiental, os pesquisadores abordam as conexões entre sociedade e natureza por intermédio das complexas e contraditórias relações entre estes dois planos da realidade, no intuito de elaborar instrumentos que orientem de forma integrativa a conciliação entre crescimento econômico, desenvolvimento social e sustentabilidade ambiental. No âmbito da Geografia Física, o acolhimento dessa abordagem singulariza-se como fundamental atualmente, tendo em vista a sobrevida dos estudos pretensamente ambientais, mas que se caracterizam, paradoxalmente, pela compartimentação e análise estanque da dinâmica socioambiental, resultando tão somente em diagnósticos descritivos dos aspectos do quadro natural.

Nesse viés de análise, a abordagem socioambiental representa uma orientação teórica em construção, discernível por um conjunto de princípios atinentes à prática geográfica, orientando a produção

científica mediante pressupostos através dos quais o pesquisador pode fazer suas inferências a partir de estratégias metodológicas que melhor se adequem às análises propostas. Assim sendo, presume-se que o permanente desenvolvimento teórico-metodológico da abordagem socioambiental pode acarretar um avanço nas formas de se produzir conhecimento na Geografia, oportunizando uma maior aproximação entre os métodos e temas problematizados na Geografia Física e na Geografia Humana.

Nessa acepção, os estudos cujo foco direciona-se às questões socioambientais devem considerar as heterogeneidades tanto quanto as homogeneidades contidas nas interações entre sociedade e natureza, de forma que a condição social dos problemas ambientais passa a ser concebida a partir das suas especificidades e conexidades com a natureza, não mais se admitindo a naturalização dos processos sociais, bem como se procura evitar a redução do tempo da natureza ao tempo da vontade humana. A questão ambiental passa, enfim, a ser concebida como um dos aspectos das contraditórias relações entre os próprios homens, e não como produto de uma relação antinômica entre sociedade e natureza.

A emergência do período socioambiental coloca-se, então, como mais um capítulo da busca geográfica pela compreensão dos fenômenos sociais e naturais numa perspectiva de inter-relação. Logo, não se deve incorrer no equívoco de procurar apreender a relação entre o homem e a natureza num viés estritamente ecológico ou eminentemente antropocêntrico, mas em termos de suas influências bidirecionais.

Em decorrência dessa percepção, a atitude de encarar sociedade e natureza numa perspectiva isolacionista se esvazia. No enfoque naturalista, as relações eram secundárias ou não existiam, haja vista a obsessão da ciência moderna em apreender a realidade a partir de blocos independentes. Na perspectiva socioambiental, o estudo das relações entre os objetos que estruturam a realidade forma a própria base de construção de uma nova estratégia de produzir conhecimento.

Acredita-se, assim, que a consolidação da abordagem socioambiental pode engendrar uma mudança de pensamento naquilo que envolve o equacionamento da problemática socioambiental. Pode,

em última instância, redimensionar a maneira como a ciência tem concebido a natureza em sua relação com a sociedade. Nesta tarefa, a Geografia Física tem muito a contribuir e a avançar, tendo vista o largo corpo de conhecimentos acumulados em torno do estudo das interferências humanas na natureza.

Desse modo, a abordagem socioambiental ancora-se na concepção de acordo com a qual a dinâmica da natureza e a dinâmica da sociedade não devem ser percebidas nem como perfeitamente redutíveis uma à outra, nem tampouco como absolutamente incomensuráveis – como se entre o mundo natural e o mundo social não houvesse a possibilidade de estabelecer e aferir interações (SOUZA, 2016).

Perante essa concepção epistemológica, uma Geografia Física balizada por causalidades ingênuas e princípios mecanicistas lineares não mais se ajusta às complexidades associadas aos problemas socioambientais. Com efeito, o desafio colocado alinha-se à necessária compreensão de que o estudo da natureza não pode ser apartado da produção social do espaço, tendo em vista que a apropriação e uso dos recursos naturais não se manifestam de forma igualitária.

Na expectativa de futuros avanços, postula-se um salto teórico-metodológico estruturado na conjunção de aportes sistêmicos, complexos e crítico-dialéticos, transcendendo as concepções naturalistas, as quais, por sua natureza reducionista, não enxergam as singularidades de uma realidade socioambiental multifacetada. Dessa maneira, a abordagem socioambiental configura-se como uma proveitosa tendência para o entendimento conjuntivo da relação sociedade-natureza no âmago da Geografia Física, ao realçar a obsolescência dos esquemas de pensamento que abordam o ambiente somente do ponto de vista da natureza.

Nessa perspectiva, entende-se que uma das principais razões para endossar a abordagem socioambiental como nova possibilidade epistemológica atrela-se à busca por romper com a insistente separação e dicotomização entre sociedade e natureza, característica ainda muito comum no âmbito das pesquisas ambientais. Torna-se válido, portanto, recorrer-se ao discurso socioambiental para enfatizar o necessário envolvimento da sociedade enquanto

sujeito e parte fundamental dos processos relativos à problemática socioambiental. Em resumo, os processos sociais passam a figurar num mesmo nível de importância, e não apenas como um longínquo pano de fundo.

A diversidade de métodos disponíveis (sistêmico, marxista, fenomenológico) mostra-se salutar à operacionalização da abordagem socioambiental na Geografia Física. Compete ao pesquisador optar por aquele que mais se aproxime de sua visão de mundo. Considera-se igualmente válido o pluralismo metodológico, uma vez que a abordagem socioambiental abre-se às perspectivas interdisciplinares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se analisar a evolução do pensamento geográfico, verifica-se a riqueza de concepções relativas ao estudo da relação sociedade-natureza no âmbito da Geografia. No período analisado neste artigo (final do século XIX aos dias atuais) tem-se a alternância de diferentes perspectivas de análise.

As múltiplas correntes do pensamento geográfico se fundamentam em diferentes sistemas filosóficos, com destaque para o positivismo tradicional, o neopositivismo, a fenomenologia e o marxismo. Destas concepções, desdobraram-se na Geografia abordagens e métodos particulares, entre os quais se evidenciam o determinismo, o possibilismo, o sistemismo, a fenomenologia e o materialismo histórico-dialético.

Em tempos mais recentes, tem-se falado da emergência de uma nova perspectiva de pensamento, a qual estaria promovendo uma reaproximação entre Geografia Física e Geografia Humana, a saber, a Geografia Socioambiental. Ao considerar a trajetória epistemológica da Geografia, torna-se oportuno reconhecer a relevância e atualidade da abordagem socioambiental, considerando sua operacionalização de forma coerente perante os tópicos clássicos estudados pela Geografia Física.

Dessa forma, urge compreender a epistemologia da Geografia ante a necessidade de atualização dos seus pressupostos em um mundo em constante transformação. Com efeito, deve-se ter pre-

sente que a Geografia do XXI traz consigo velhos problemas do passado, ao passo que novas questões se conformam à luz de novas abordagens. O atual período reforça nos geógrafos a necessidade de constante reflexão acerca de suas concepções teórico-metodológicas em prol da construção de perspectivas holísticas ao estudo da relação sociedade-natureza.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. A. Estudo geográfico da cidade no Brasil: evolução e avaliação (contribuição à história do pensamento geográfico brasileiro). **Revista Brasileira de Geografia**, v. 56, n. 1-4, jan./dez. 1994, p. 21-122.

AMORIM FILHO, O. B. A evolução do pensamento geográfico e a fenomenologia. **Sociedade & Natureza**, v. 11, n. 21-22, 1999, p. 67-87.

ANDRADE, M. C. **Geografia, ciência da sociedade**: uma introdução à análise do pensamento geográfico. São Paulo: Atlas, 1987.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista Ra'ega**, v. 8, 2004, p. 141-152.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a Geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAPEL, H. **Filosofia e ciência na Geografia contemporânea**: uma introdução à Geografia. 2. ed. Maringá: Massoni, 2008.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. In: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. 2. ed. São Paulo: DIFEL, 1985.

CLAVAL, P. **Epistemologia da Geografia**. 2. ed. Florianópolis: edUFSC, 2014.

CLAVAL, P. A revolução pós-funcionalista e as concepções atuais da Geografia. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002. p. 11-43.

CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2000.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 155f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

DINIZ FILHO, L. L. Certa má herança marxista: elementos para repensar a Geografia Crítica. *In*: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002. p. 77-108.

FAISSOL, S. Teorização e quantificação na Geografia. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 1, p. 145-164, jan./mar., 1972.

FAISSOL, S. A Geografia Quantitativa no Brasil: como foi e o que foi? **Revista Brasileira de Geografia**, v. 51, n. 4, out./dez. 1989, p. 21-52.

GOMES, P. C. C. **Geografia e modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 17. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2008.

HETTNER, A. A Geografia como ciência corológica da superfície terrestre. **Geographia**, v. 13, n. 15, 2011, p. 136-152.

HOBSBAWM, E. **Era dos extremos**: o breve século XX (1914-1991). 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

HOLZER, W. **A Geografia humanística**: sua trajetória 1950-1990. Londrina: Eduep, 2016.

LA BLACHE, P. V. As características próprias da Geografia. *In*: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. 2. ed. São Paulo: DIFEL, 1985.

MARANDOLA JÚNIOR, E. J. **Habitar em risco**: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. 2008. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, 2008.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. *In*: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002. p. 121-144.

MENDONÇA, F. S. A. U. – Sistema socioambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. *In*: MENDONÇA,

F. (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004, p. 185-207.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. A abordagem ambiental na geografia – possibilidades na pesquisa e limitações do geógrafo ao monitoramento. **Ra’ega**, v. 3, 1999, p. 9-18.

MONTEIRO, C. A. F. A questão ambiental na geografia do Brasil: a propósito da validade, espacialização e pesquisa universitária. **Cadernos Geográficos**, n. 5, 2003.

MORAES, A. C. R. **A gênese da Geografia moderna**. São Paulo: HUCITEC, 1989.

MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M. **Geografia crítica: a valorização do espaço**. 2. ed. São Paulo: HUCITEC, 1987.

MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências humanas**. 2. ed. São Paulo: HUCITEC, 1997.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. 21. ed. São Paulo: Annablume, 2007.

MOREIRA, R. **Para onde vai o pensamento Geográfico: por uma epistemologia crítica**. São Paulo: Contexto, 2008.

MOREIRA, R. **O discurso do avesso: para a crítica da Geografia que se ensina**. São Paulo: Contexto, 2014.

NUNES, J. B. A.; VITTE, A. C. Perspectivas epistêmicas nos estudos geográficos contemporâneos. *In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA*, 12., Porto Alegre, RS, 2017. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2017.

PATTISON, W. D. The four traditions of geography. **Journal of Geography**, v. 89, n. 5, 1990, p. 202-206.

PINTO, L. R. **A abordagem socioambiental na geografia brasileira: particularidades e tendências**. 2015. 199f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

REIS JÚNIOR, D. F. C. **Cinquenta chaves**. O físico pelo viés sistêmico, o humano nas mesmas vestes... e uma ilustração doméstica: o mol-

de (neo)positivista examinado em textos de Antonio Christofolletti. 2007. 481f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2007.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova**: da crítica da Geografia a uma Geografia Crítica. 6. ed. São Paulo: EDUSP, 2008a.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008b.

SPÓSITO, E. S. A propósito dos paradigmas de orientações teórico-metodológicas na Geografia contemporânea. **Terra Livre**, n. 16, 2001, p. 99-112.

SPÓSITO, E. S. **Geografia e filosofia**: contribuição para o ensino do pensamento geográfico. São Paulo: Editora da UNESP, 2004.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, n. 16, São Paulo, 1977, p. 2-52.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N.; LIMA, L. C.; MORAES, J. O. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000, p. 13-98.

SOUZA, M. L. Consiliência ou bipolarização epistemológica? Sobre o persistente fosso entre as ciências da natureza e as da sociedade. In: SPOSITO, E. S.; SILVA, C. A.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MELAZZO, E. S. (Org.). **A diversidade da Geografia brasileira**: escalas e dimensões da análise e da ação. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2016.

SOUZA, M. L. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, v. 22, n. 2, 2018, p. 274-308.

SPRINGER, K. S. **Concepções de natureza na Geografia**: reflexões a partir da produção científica do PPGG – UFPR. 2008. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**, n. 17, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia física (?) Geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). *In*: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

TATHAM, G. A geografia no século dezenove. **Boletim Geográfico**, v. 150, 1959.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREM, 1977.

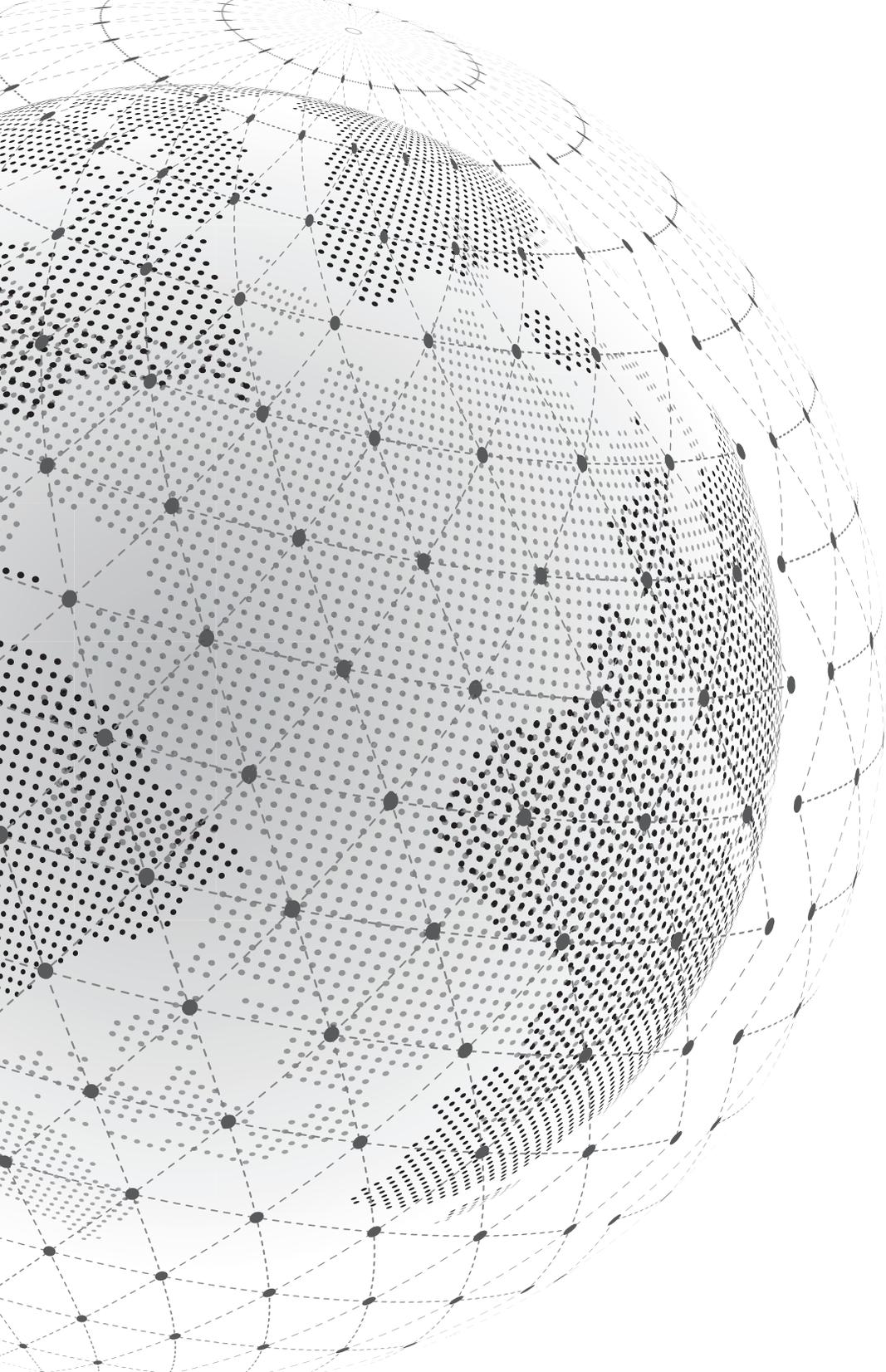
TRICART, J.; KILLIAN, J. **L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris: Librairie François Maspero, 1979.

TUAN, Yi-Fu. Geografia Humanística. *In*: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. 2. ed. São Paulo: DIFEL, 1985.

VELOSO FILHO, F. A. Análises geográficas do espaço regional: referências conceituais, metodológicas e estudos aplicados no Brasil. **Revista Equador**, v. 4, n. 1 (Edição Especial), jan./jun. 2015, p. 1-180.

VESENTINI, J. W. **Geografia, natureza e sociedade**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 1997.

VITTE, A. C. Da metafísica da natureza à gênese da Geografia Física moderna. *In*: VITTE, A. C. (Org.). **Contribuições à história e à epistemologia da Geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.



GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO
GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO E
GEOCONSERVAÇÃO: FUNDAMENTOS
CONCEITUAIS

Glácia Lopes Araújo

Helena Vanessa Maria da Silva

Cláudia Maria Sabóia de Aquino



INTRODUÇÃO

Diante do atual contexto que envolve as questões ambientais, os estudos relativos à Geodiversidade e temas correlatos revelam-se de suma importância, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, em que novas formas de abordar a natureza mostraram-se necessárias (MEIRA; SANTOS, 2016).

Nessa perspectiva, este artigo procura contribuir para as discussões acerca das temáticas da Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, uma vez que ainda há carência de estudos voltados à divulgação dos fundamentos teóricos e conceituais das matérias aludidas.

Ao considerar a emergência de novos discursos, assim como a necessidade de difusão de novas pesquisas e novas abordagens sobre o papel dos elementos abióticos no conjunto da natureza, percebe-se que a disseminação de estudos e conceitos referentes à Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação se faz necessária.

Neste artigo, realizou-se um breve histórico sobre a evolução dos conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico-Geomorfológico e Geoconservação, procurando oferecer ao leitor um panorama preliminar sobre as origens e desenvolvimento das temáticas em apreço.

São apresentadas algumas definições propostas em estudos de órgãos oficiais e também em estudos acadêmicos, proporcionando, assim, uma visão geral a partir da evolução de cada conceito, onde se pode observar que algumas conceptualizações são mais abrangentes que outras.

Espera-se que as discussões apresentadas sirvam para ressaltar que estas temáticas integram uma nova área de pesquisa multidisciplinar associada a uma nova forma holística de pensamento, e que seus fundamentos e conceitos básicos devem ser (re)conhecidos para a valorização e divulgação da porção abiótica do meio natural.

METODOLOGIA

De forma geral, a fim de atingir o objetivo proposto, a estratégia metodológica adotada contemplou o levantamento bibliográfico em periódicos científicos, monografias, dissertações, teses e livros.

Breve histórico sobre o conceito de Geodiversidade

A apreciação da natureza, por si, é coisa antiga. Desde os primórdios, o homem fez uso da Geodiversidade como elemento cada vez mais importante para o desenvolvimento das sociedades, seja como sustentáculo para suas atividades, seja como instrumento para auxiliá-lo em suas tarefas (BRILHA, 2005). No entanto, observa-se que só no final do século XX os valores da Geodiversidade passaram a ser reconhecidos, haja vista a supremacia dos estudos sobre a Biodiversidade.

Mas, afinal, o que significa Geodiversidade? Temática em ascensão em todo o mundo, o estudo da Geodiversidade é de extrema relevância. De uso recente, cuja origem remonta aos anos de 1990, a palavra Geodiversidade ainda causa estranheza ao público leigo, tendo em vista que sua divulgação encontra-se em desenvolvimento. A definição de Geodiversidade começou a ser usada, especialmente, por geólogos e geomorfólogos, que buscavam estudar a natureza na sua vertente geológica (PEREIRA, 2006).

Ao se contrapor ao conceito de Biodiversidade, a Geodiversidade equivale à variedade da natureza abiótica. De acordo com Sharples (1993 citado por OLIVEIRA *et al.*, 2017, p. 230), “o termo surgiu com o intuito de apresentar uma analogia com o termo Biodiversidade, enfatizando que a natureza é composta por elementos bióticos e abióticos”.

Difundindo-se rapidamente, é difícil dizer ao certo quando o termo foi utilizado pela primeira vez, mas sabe-se que os primeiros trabalhos foram realizados na Tasmânia (Austrália), e principalmente no Reino Unido, em 1993, na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística (BRILHA, 2005). Segundo Medeiros e Oliveira (2011), a primeira vez que o termo Geodiver-

sidade apareceu na literatura foi na década de 1940, em textos do geógrafo argentino Frederico Alberto Daus, porém, dentro de uma concepção diferente da trabalhada atualmente.

Conceito amplo e abrangente, aberto a diferentes interpretações e abordagens, o termo Geodiversidade é conceituado por diversos autores em diferentes países. Assim, pode-se observar que a evolução do conceito, sua origem e desenvolvimento têm amplas possibilidades de direcionamento.

No geral, os conceitos aproximam-se e complementam-se, havendo poucas definições com abordagens diferenciadas. Porém, de acordo com Santos e Valdati (2017), apesar de ser amplamente discutido e usado, não há um conceito de Geodiversidade oficializado pela comunidade científica internacional.

Para Mantesso-Neto (2009), o livro que marcou a entrada do termo Geodiversidade no mundo científico foi publicado em 2004, na Inglaterra, por Murray Gray. De acordo com Santos e Valdati (2017), Murray Gray, ao lado de Chris Sharples, são importantes referências mundiais sobre Geodiversidade, dedicando-se às diversas questões em torno da temática.

No entanto, o primeiro autor a conceituar Geodiversidade de uma maneira detalhada e abrangente foi Harley M. Stanley, no ano de 2000 (MANTESSO-NETO, 2009). O referido autor estabeleceu o conceito de Geodiversidade adotado pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, tendo como título em seu relatório informativo de Ciência da Terra (*Geodiversity Update*) (PEREIRA; RUCHKYS, 2016).

Ao se configurar como um ramo recente das Ciências da Terra, o conceito de Geodiversidade não é uno, significando que ainda encontra-se em processo de sistematização. Diante disso, diferentes autores desenvolveram conceitos próprios de Geodiversidade, sendo válido elencar alguns que apresentam maior visibilidade.

Destaca-se que o conceito de Geodiversidade era inicialmente associado à Geologia e à Conservação Natural, contexto no qual os pesquisadores ingleses e australianos introduziram o conceito Geodiversidade restrito à diversidade geológica. Stanley (2000 citado

por MANTESSO-NETO, 2009, p. 3) define a Geodiversidade como:

[...] a variedade de ambientes e processos ativos que dão origem a paisagem, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte da vida na terra, demonstrando a geodiversidade como uma peça basilar de suporte da vida na terra. Isto é, o “palco” no qual todas as outras formas de vida são os “atores”.

Após a definição proposta acima, novas conceituações e complementações foram surgindo, dando maior especificidade ao que se compreende como Geodiversidade, a exemplo de Murray Gray. Este autor consagrou o conceito de Geodiversidade abrangendo o sistema abiótico em sua integridade, caracterizando-o como a diversidade natural entre aspectos geológicos, do relevo e dos solos (GRAY, 2004 citado por ARRUDA, 2013). O autor mencionado define Geodiversidade como:

[...] a variedade natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (feições do relevo, processos) e solos. Isso inclui seu conjunto, relação, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004, p. 8 citado por SANTOS; VALDATI, 2017, p. 3154).

Para a Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico (PROGEO) e para a Sociedade Real da Conservação da Natureza do Reino Unido, a Geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos geradores de paisagem (relevo), rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra (AZEVEDO, 2007).

Nesse contexto, Araújo (2005) destaca que o entendimento sobre a Geodiversidade perpassa pela variação natural dos aspectos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas e evolução de relevo) e do solo, salientando que a Geodiversidade

não inclui apenas elementos abióticos da natureza, mas também os bióticos.

Panizza e Piacente (2009 citado por OLIVEIRA; MEDEIROS; FERREIRA, 2016, p. 75) definem a Geodiversidade como “a variedade de ambientes geológicos e geomorfológicos considerados como a base para a diversidade biológica da Terra”. Vale ressaltar que a Associação Internacional de Geomorfólogos (2003) adotou a definição proposta por Panizza e Piacente (*Op. cit.*).

De modo geral, de acordo com Brilha (2005), Pereira (2006) e Oliveira (2015), pode-se conceituar Geodiversidade como a variedade de elementos, ambientes e processos originários do substrato sobre o qual se assenta a vida humana, incluindo suas inter-relações, propriedades, interpretações e sistemas imprescindíveis à sobrevivência humana.

O conceito equivale à descrição da diversidade da natureza abiótica, bem como aos processos, pretéritos e atuais, que deram origem a eles, tais como os minerais, rochas, solos, relevo (conjunto de geoformas), fósseis, entre outros (BRILHA, 2005; NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008). A Geodiversidade é assim representada por todos os elementos abióticos que constituem o planeta Terra, que dão o suporte para a vida na terra, paisagens, entre outros. Ela é resultado da interação de diversos fatores.

Em contexto brasileiro a conceituação para Geodiversidade ocorreu concomitante a maioria dos países, especialmente europeus, apresentando perspectivas diferentes. No Brasil, estes estudos eram voltados para o planejamento territorial. Por sua vez, as pesquisas realizadas fora do Brasil tinham o intuito de conservação do patrimônio (REVERTE, 2014; SILVA *et al.*, 2008 citado por SILVA; AQUINO, 2018).

De acordo com Santos e Valdati (2017), o ano de 2008 marcou o lançamento, no Brasil, do primeiro livro de caráter conceitual, intitulado “Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico”, e também o primeiro livro descritivo da Geodiversidade no Brasil, intitulado “Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro”, organizado por Nascimento; Ruchkys e Mantesso-Ne-

to, e também o primeiro livro descritivo da geodiversidade no Brasil, intitulado “Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro”, tendo como organizador Cassio Roberto da Silva (2008).

Destaca-se que um dos primeiros pesquisadores a propor uma conceituação de Geodiversidade no Brasil foi Veiga (1999). O referido autor apresenta o conceito como a expressão das particularidades do meio físico de uma determinada região geográfica, considerando a litologia, a geomorfologia, o clima, o solo e as águas. Além disso, afirma que a Geodiversidade condiciona a morfologia da paisagem, a diversidade biológica e cultural (VEIGA, 1999).

Para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), órgão com a missão de organizar e sistematizar o conhecimento geológico do território brasileiro, a Geodiversidade define-se como:

[...] a natureza abiótica constituída por uma grande variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra (SILVA *et al.*, 2008, p. 12).

Pereira (2010) fala que o conceito de Geodiversidade compreende o conjunto de elementos abióticos do planeta Terra, incluindo os processos físico-químicos associados, materializados na forma de relevos, rochas, minerais, fósseis e solos, formados a partir das interações entre os processos das dinâmicas interna e externa do planeta. Dotada de valoração, cabe ainda à atribuição de múltiplos valores, como o cultural, estético, econômico, científico, educativo e o turístico.

Diante do contexto delineado, pode-se observar que cada termo empregado pode gerar interpretações distintas a utilidade e conhecimento dado aos conceitos de Geodiversidade. Segundo Rodrigues e Bento (2018, p. 138):

O conceito de geodiversidade ainda passa por um processo de burilamento. Ao analisar as diversas obras

que tratam dessa temática, é possível depreender que as primeiras ideias eram mais restritivas e se apoiavam no fato de o prefixo geo do termo geodiversidade estar unicamente relacionado aos aspectos geológicos, como sugerido por Johansson, Andersen e Alapassi (1999) e Stanley (2001). Atualmente, são comuns definições mais amplas, incluindo outros elementos de cunho abiótico, como os aspectos geomorfológicos e pedológicos, frequentes nas definições de Alexandrowicz e Kozłowski (1999), Sharples (2002) e Gray (2004; 2005), e, ainda, hidrológicos, como propõe Kozłowski (2004), para a inclusão de lagos, rios e pântanos, por exemplo, e, igualmente, de mares e oceanos (Gonzalez- Trueba, 2007). Na década de 2000, encontram-se conceitos que inserem a ação humana e criam hierarquia de escala espacial, como os de Nieto (2001), Kozłowski (2004) e Serrano e Ruiz-Flano (2007).

Diante da complexidade conceitual em torno da Geodiversidade, muitos são os aspectos a serem considerados. De forma geral, os pesquisadores definem Geodiversidade como a diversidade relacionada à vertente abiótica da natureza, nas múltiplas dimensões que esses elementos podem alcançar. Conceito relativamente recente e em construção, essa nova forma de entender e descrever os elementos presentes no meio físico vem possibilitando uma maior aproximação entre o discurso científico e a sociedade, trazendo um maior intercâmbio de conhecimento sobre a natureza (BRILHA, 2005).

Abordagem inicial sobre os conceitos de Patrimônio Geológico e Patrimônio Geomorfológico

Uma vez compreendido que a Geodiversidade engloba o conjunto de todos os elementos da natureza abiótica do planeta, ressalta-se que o Patrimônio Geológico compreende uma parcela específica da Geodiversidade, cuja excepcionalidade a destaca das demais, seja nos critérios científicos, turísticos, culturais, entre outros.

A Geodiversidade compreende os elementos abióticos como um todo, ao passo que o Patrimônio Geológico corresponde àqueles

que adquirem relevância/valor excepcional de acordo a avaliação humana, donde se conclui que os dois conceitos não são sinônimos. Diante disso, torna-se válido discutir as diferentes abordagens existentes sobre o conceito de Patrimônio Geológico.

Para Valcarce e Cortés (1996 citados por MANTESO-NETO, 2009, p. 5), o Patrimônio Geológico é “um conjunto de recursos naturais não renováveis, de valor científico, cultural ou educativo, que permitem conhecer, estudar e interpretar a evolução da história geológica da Terra”.

Nieto (2002 citado por PEREIRA; RIOS; GARCIA, 2016, p. 198) enfatiza que o Patrimônio Geológico “[...] inclui todas as formações rochosas, estruturas e pacotes sedimentares, formas de relevo e paisagens, jazimentos minerais e/ou fossilíferos e coleções de objetos geológicos, que apresentem algum valor científico, cultural ou recreativo”. De acordo com Araújo (2005, p. 26), o Patrimônio Geológico é:

[...] constituído por georecursos culturais, que são recursos não-renováveis de índole cultural, que contribuem para o reconhecimento e interpretação dos processos geológicos que modelaram o Planeta Terra e que podem ser caracterizados de acordo com seu valor (científico, didático), pela sua utilidade (científica, pedagógica, museológica, turística) e pela sua relevância (local, regional, nacional e internacional).

Para Brilha (2005), o Patrimônio Geológico se configura como locais de interesse geológico inventariados e caracterizados de uma dada área, região ou país, onde ocorrem um ou mais elementos da Geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou ecológico. Fazem parte desse conjunto geoambiental todos os elementos que constituem a Geodiversidade e que apresentam valor exponencial, englobando os patrimônios paleontológico, mineralógico, geomorfológico, petrológico, hidrogeológico, entre outros.

Conforme Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008), o Patrimônio Geológico representa os conjuntos de geossítios dotados de valores superlativos, de acordo com lugares cujas ocorrências geológicas possuem inegável valor científico, pedagógico, cultural

ou turístico. Estes ambientes geológicos, segundo Pereira (2006), devem ser valorizados e conservados pelo seu conteúdo, pois são testemunhos da história da Terra e com significativo valor. O Patrimônio Geológico é, assim, o patrimônio natural mais pretérito do planeta Terra (FONSECA, 2009).

Outra terminologia utilizada para designar o Patrimônio Geológico é “Geopatrimônio”, que surge diante da necessidade de ampliar o sentido restrito do termo “geológico”. Sendo assim, o conceito de Geopatrimônio é de caráter mais amplo, estando intimamente relacionado com a definição de sítios geológicos (e suas diversas subdivisões).

O Geopatrimônio é uma categoria temática dentro do contexto amplo do patrimônio paisagístico e pode ser considerado um conceito “guarda-chuva” que engloba como patrimônio todos os elementos abióticos da natureza dotados de algum tipo de valor (BENTO *et al.*, 2017) (Figura 1).

Figura 1 - Classificação de Geopatrimônio



Fonte: Lopes (2017).

No Brasil, a importância do Patrimônio Geológico, bem como a necessidade de sua conservação, tornou-se efetivamente reconhecida com a criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), em março de 1997 (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008). Apoiada por diversas instituições, a principal atribuição da SIGEP é organizar e gerenciar a base de dados de sítios geológicos brasileiros e divulgá-los por meio de publicações específicas e na internet, assim como selecionar os sítios geológicos brasileiros indicados anteriormente para a GILGES (Global Indicative List of Geological Sites) e agora para a Geosites Database da IUGS, apoiando o gerenciamento de um banco de dados nacional que está em atualização permanente.

No âmbito internacional, foram criados em 2010 o grupo de pesquisa em Patrimônio Geológico, no Centro de Pesquisas Manuel Teixeira da Costa (CPMTC), do Instituto de Ciências, e o Centro de Referência em Patrimônio Geológico (CRPG). Ambos são parte de um projeto de produção de conhecimento nesta área, sendo que o CRPG foi idealizado também com o objetivo de viabilizar que a população em geral tenha acesso a este tipo de informação e perceba a complexidade e o tempo que a natureza levou para construir as paisagens atuais, de forma a valorizá-las (MACHADO; RUCHKYS, 2010).

Diante do contexto delineado, com o aumento das pesquisas nesse viés, vários estudos vêm sendo desenvolvidos e diversas categorias de patrimônios geológicos estão sendo desmembradas e conceituadas de forma mais específica, como o Patrimônio Geomorfológico.

A maioria dos estudos ainda o enquadra como parte do Patrimônio Geológico, assim como ocorre com o patrimônio paleontológico, petrológico, entre outros. Porém, Silva *et al.* (2017, p. 3043) enfatizam que “nos últimos anos, [...] um crescente número de pesquisas o tem abordado de forma separada com o intuito de dar maior visibilidade ao mesmo”.

Claudino-Sales (2018, p. 04) enfatiza que é “forçoso considerar que a paisagem e as formas de relevo não são patrimônio geológico. Esses elementos são por excelência patrimônio geomorfológico, geográfico, espacial”. O patrimônio geomorfológico não pode ser reduzido à ideia de patrimônio geológico. Eles têm uma dimensão espacial que a geologia – que trabalha com tempo e processos - não abarca.

Constituído por elementos geomorfológicos, pelo conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correlativos que apresentam um ou mais tipos de valores, raridade e/ou originalidade, em variadas escalas (PEREIRA, 1995; VIEIRA; CUNHA, 2004; PEREIRA, 2006; RODRIGUES; FONSECA, 2008), o Patrimônio Geomorfológico compreende o conjunto de locais de interesse geomorfológico que adquiriram valor derivado da percepção humana, identificados através de sua avaliação científica, devendo ser submetidos a processos de proteção e valorização (PEREIRA, 2006).

Oliveira, Pedrosa e Rodrigues (2013) ressaltam que os estudos acerca do Patrimônio Geomorfológico vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1980 por pesquisadores da Suíça, Itália, Portugal, França e Espanha, utilizando-se de metodologias diversas, com o objetivo de resguardar as áreas de relevante interesse do ponto de vista geomorfológico.

Nesse contexto, entende-se o Patrimônio Geomorfológico como o “conjunto de locais de interesse geomorfológico, no qual as geoformas adquiriram valores derivados da percepção humana” (PANIZZA; PIACENTE, 1993 citados por FALCÃO; COSTA; SILVA, 2008, p. 5).

O Patrimônio Geomorfológico se assume como um elemento constituinte da paisagem e que interage com todos os outros fatores que a compõem. Ele se insere na vertente abiótica do patrimônio natural, que serve de suporte à vida animal e vegetal, isto é, a componente biótica do patrimônio natural (PEREIRA, 2006).

Vieira e Cunha (2004, p. 19) afirmam que fazem parte do Patrimônio Geomorfológico:

[...] todas as formas de relevo actuais, enquanto elementos individuais, bem como as paisagens actuais que aquelas formas dão lugar. Fazem também parte do Patrimônio Geomorfológico os depósitos correlativos da evolução passada e presente do relevo actualmente existente na superfície terrestre.

Estes elementos geomorfológicos são recursos naturais portadores de elevado valor patrimonial, visto que desempenham um papel fundamental na estrutura da paisagem, através da particularidade e notabilidade que lhe conferem (PINTO, 2014). Reflete, dessa forma, na relação existente entre geoformas e paisagem, reforçando, de igual modo, a sua importância para a compreensão da geodinâmica e dos processos morfogenéticos.

Estes locais, com presença de formas de relevo únicos e reveladores de processos geomorfológicos representativos e peculiares, configuram um conjunto de indicadores que nos ajudam a compreender a evolução do relevo, a história recente da Terra e da

própria vida, e que por isso devem ser preservados e até mesmo melhor usufruídos, em função dos seus valores científico-didáticos, estético-paisagísticos, culturais e turísticos (LEAL; CUNHA, 2014, SILVA, 2017).

Pelas características que o definem, o Patrimônio Geomorfológico, constitui, dentro do conjunto do Patrimônio Natural, um grupo bastante vulnerável, porque constitui a base sobre a qual se desenvolvem as atividades humanas e, também, porque se tem vindo a revelar como bastante atrativo para atividades de desporto, lazer e turismo (VIEIRA, 2009).

Pereira (2006) enfatiza que outros termos podem ser usados para designar um local de interesse geomorfológico, tais como sítio geomorfológico, geossítio de caráter geomorfológico ou mesmo geomorfossítio, que, além de belos, são locais para o entendimento da origem e evolução da Terra. Ainda de acordo Pereira (2006), há três tipos básicos desses locais: local isolado, área e local panorâmico, designados em razão de suas dimensões e escala de observação, com cinco valores principais a eles atribuídos: científico, ecológico, cultural, estético e econômico.

Como destacado na discussão sobre os conceitos de Patrimônio Geológico e Patrimônio Geomorfológico, sempre lhes são atribuído uma valoração (valor) de uso. Dessa forma, como elementos da Geodiversidade, estes devem ser salvaguardados, pois a eles são atribuídos valores únicos (podendo ser de caráter científico, didático, turístico, ecológico, entre outros), e remetem à história evolutiva da Terra, sendo o seu estudo de primordial importância para a instituição de uma preservação ambiental completa e a popularização das Ciências da Terra (MEIRA; SANTOS, 2016).

Geoconservação: contextualização e conceitos

A Geoconservação é um termo novo no que diz respeito aos temas ligados à conservação da natureza, uma vez que por muito tempo devotou-se maior importância científica para a proteção da natureza biótica (Biodiversidade), com foco em uma abordagem biocêntrica. No entanto, notou-se que não bastava apenas pensar nos seres vivos em detrimento do seu ambiente natural, a saber, a Geodiversidade (BRILHA, 2005).

Foi a partir desse momento que se começou a pensar em estratégias de Geoconservação, uma vez que constituem bens não renováveis, os elementos da Geodiversidade também devem ser conservados.

Nessa perspectiva, Alves, Medeiros e Targino (2016) enfatizam que, uma vez deteriorados, os elementos da Geodiversidade não podem ser recuperados, exigindo cuidados especiais visando à sua preservação para as gerações presente e futura. Entre esses cuidados, destaca-se a necessidade de conscientização da população acerca de sua importância, valores e representatividade.

De acordo com Mansur (2018, p. 31), “as diversas definições da literatura especializada sobre Geoconservação não são antagônicas, e muitas se completam”. Um dos primeiros autores a propor uma definição formal para o termo Geoconservação foi Chris Sharple. O referido autor define Geoconservação como uma forma de preservar a Geodiversidade relacionada aos processos e feições geológicas, geomorfológicas e de solos, garantindo a manutenção da história de sua evolução em termos de velocidade e magnitude (SHARPLES, 2002 citado por NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTES-SO-NETO, 2008).

Worton (2008 citado por MANSUR, 2018, p. 32) definiu que “a geoconservação compreende as intenções e atividades desenvolvidas para conservar e proteger feições e processos geológicos para benefício das futuras gerações”. Por seu turno, Carcavilla Urquí, López-Martínez e Durán (2007 citados por MANSUR, 2018) a definiram como um conjunto de técnicas e medidas destinadas a assegurar sua conservação com base na análise de seus valores intrínsecos, vulnerabilidade e risco de degradação.

Para Nascimento, Mansur e Moreira (2015), o termo Geoconservação tem sido usado para englobar as atividades relacionadas à proteção do patrimônio geológico, desde as ações de levantamento básico até as práticas de gestão. Costa e Oliveira (2018, p. 217) compreendem que “no contexto da geoconservação, a interpretação ambiental é um instrumento essencial de gestão, e pode contribuir para a valorização e manutenção da bio e geodiversidade, com base no conhecimento de seus valores, funções, benefícios e ameaças”.

Dessa forma, conforme Rodrigues e Bento (2018), Sharples (2002), Gray (2004) e Brilha (2005), a Geoconservação deve ser considerada como um processo contínuo, com base nas seguintes etapas:

- Inventariação (levantamento dos geossítios em toda a área estudada);
- Quantificação (cálculo efetuado por meio da valorização de cada geossítio, além de outras informações, como o uso, estado de conservação e acessibilidade, bem como a área e os objetivos do estudo, entre outros);
- Classificação (enquadramento legal dos geossítios de acordo com a legislação vigente em cada local. No Brasil, como não existe uma legislação direcionada à geodiversidade, tem-se considerado as diretrizes dos SNUC);
- Conservação (envolve estratégias voltadas ao geossítios que apresentaram alta vulnerabilidade);
- Valorização e divulgação (voltadas apenas ao geossítios de baixa vulnerabilidade, que podem ser aproveitados de maneira sustentável como por meio do geoturismo);

Monitoramento (etapa fundamental que deve ser constantemente retroalimentada por informações novas dos geossítios, permitindo quantificar a perda de sua relevância e rever as estratégias de conservação, valorização e divulgação adotadas).

As etapas supracitadas demandam metodologias específicas, constituindo um passo importante em estratégias de Geoconservação. Nesse sentido, mais do que proteger o patrimônio abiótico, a Geoconservação propõe-se a reconhecer a diversidade dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, entre outros, visando minimizar os impactos negativos causados pelo ser humano, além de divulgar a importância da Geodiversidade para a manutenção da Biodiversidade. Além disso, muitos elementos da Geodiversidade têm características únicas, como os fósseis, que são insubstituíveis.

Em nível internacional, um importante marco para a Geoconservação diz respeito à criação, em 1872, do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos. Outro relevante marco se relaciona à publicação de dois livros sobre essa temática: *The history of geoconservation*, editado por Burek e Prosser (2008), e *Geoconservación*, de Carcavilla Urqui (2012).

Nesse âmbito, um grande avanço no sentido da Geoconservação foi o lançamento do Programa Geoparks pela UNESCO, em 1999, que visa distinguir regiões que abrigam um Patrimônio Geológico relevante e nas quais esteja em prática uma estratégia de desenvolvimento sustentado baseado na geologia e em outros valores naturais e humanos (MANSUR, 2018).

De acordo com Mansur (2018), o primeiro caso de proteção legal atribuída a um sítio natural, de natureza abiótica, ocorreu em 1968, na Alemanha, indicando a proteção da caverna de Baumann, um dos geossítios de Harz Geopark. Outros importantes sítios localizados em Edimburgo e Escócia também fazem parte da história da Geoconservação, desde o século XIX.

No Brasil, o destaque é para a publicação do livro intitulado “Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico”, de Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008). Lançado pela Sociedade Brasileira de Geologia, o livro se traduz numa obra de relevante importância para aqueles que pretendem trabalhar nesse viés, pois apresenta reflexões indispensáveis para uma análise crítica do tema.

Diante do contexto delineado, em nível nacional, desde então, a Geodiversidade tem sido alvo de várias práticas de Geoconservação. No entanto, na realidade ainda são poucas as iniciativas oficiais relacionadas ao Patrimônio Geológico-Geomorfológico no Brasil, porém pode-se observar que ao longo do século XX diversos instrumentos relacionados à proteção do patrimônio natural foram implementados em várias escalas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação constituem campos de atuação recente no âmbito das Geociências, em que a natureza abiótica é devidamente valorizada.

A despeito de constituir uma discussão atual e emergente, os conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico-Geomorfológico e Geoconservação são constantemente aprimorados, fazendo deles áreas de atuação bastante dinâmicas. Os estudos relaciona-

dos a estes temas, tomados no sentido atual em que são empregados, apesar de serem recentes na literatura nacional e internacional, se encontram em ascensão.

No entanto, a carência de estudos implica no desconhecimento da Geodiversidade por um elevado número de pessoas, muitos, às vezes, até conhecem as temáticas, mas lhes falta consciência de sua importância. Nesse sentido, constata-se a necessidade de divulgação e valorização da natureza abiótica, temáticas pouco estudadas e pesquisadas em comparação à relevância que apresenta.

Dessa forma, a popularização desses conceitos revela-se de suma importância para a compreensão da história evolutiva do planeta Terra, para a instituição de medidas de proteção dos elementos naturais e para o fortalecimento de uma consciência ambiental completa, uma vez que se observa que a Geodiversidade tem um vasto papel na manutenção do planeta Terra e, direta ou indiretamente, nas formas de vida que dependem dele.

Compondo temas contemporâneos e abrangentes no sentido de dar maior visibilidade e tornar acessível a sua compreensão para o público em geral, espera-se que este artigo possa contribuir no entendimento dos conceitos básicos relacionados à valorização e divulgação da porção abiótica do meio natural.



REFERÊNCIAS

ALVES, Jessica Jessiana Ferreira; MEDEIROS, Wendson Dantas de Araújo; TARGINO, Dinária Rafaela. Geodiversidade e geoturismo no município de Apodi/RN: O caso do Lajedo de Soledade. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, n. 2, 2016, p. 1-10.

ARAÚJO, E. L. da S. **Geoturismo: conceptualização, implementação e exemplo de aplicação ao Vale do Rio Douro no Setor Porto-Pinhão**. 2005. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade do Minho, Portugal, 2005.

ARRUDA, K. E. C. **Geodiversidade no município de Araripina-PE, Nordeste do Brasil**. 2013, 171 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

AZEVEDO, U. R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um Geoparque da UNESCO**. 2007. 189 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BENTO, Lilian Carla Moreira; BRITO, Adriana Lacerda de; SEVERINO, Emmeline Aparecida Silva; JUNIOR, Isley Borges da Silva; LISBOA, Roberta; ANDRADE, Virgínia Corrêa Santos de. Metodologias de avaliação do patrimônio geomorfológico com vistas ao seu aproveitamento geoturístico – um estudo aplicado às quedas d’água do município de Indianópolis (Minas Gerais – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, 2017.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

CLAUDINO-SALES, Vanda. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico *strict sensu*. **Revista da Casa de Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 20, 2018, p. 3-12.

COSTA, Nadja Maria Castilho da; OLIVEIRA, Flávia Lopes. Trilhas: “Caminhos” para o geoturismo, a geodiversidade e a geoconservação. *In*: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Org.). **Geoturismo, geodiversidade, geoconservação**: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

FALCÃO, Márcia Teixeira; COSTA, José Augusto Vieira; SILVA, Georgia Patrícia da; FERNANDES, Maria Aparecida Ferreira Barbosa. Potencial turístico do patrimônio geomorfológico no transecto boa vista – Pacaraima / Roraima. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 1., **Anais [...]**, Coimbra, Portugal, 2008.

FONSECA, M. H. A. **Estabelecimento de critérios e parâmetros para a valoração do patrimônio geológico português**: aplicação prática ao patrimônio geológico do Parque Nacional de Sintra-Cascais. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ordenamento Territorial e Planeamento Ambiental). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2009.

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

LEAL, Cátia; CUNHA, Lúcio. Proposta de classificação da escarpa dos arrifes do maciço calcário estremenho (Portugal Central) como patrimônio geomorfológico: Inventariação e caracterização dos valores patrimoniais. *In*: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO. **Anais [...]**, Coimbra, 2014.

LOPES, Laryssa Sheydder de Oliveira. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico**: aplicação no litoral do

estado do Piauí. 2017. 216 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

MACHADO, Maria Márcia Magela; RUCHKYS, Úrsula Azevedo. Valorizar e divulgar a geodiversidade: estratégias do centro de referência em patrimônio geológico CRPG - MHNJB/UFMG. **Geonomos**, v. 18, n. 2, 2010, p. 53-56.

MANSUR, Kátia Leite. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Org.). **Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

MANTESSO-NETO, Virginio. **Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo, Patrimônio Geológico, Geoparque: Novos conceitos do século XXI**. São Paulo, 2009.

MEDEIROS, W. D. A.; OLIVEIRA, F. F. G. Geodiversidade, geopatrimônio e geoturismo em Currais Novos, NE do Brasil. **Mercator**. Fortaleza, v. 10, n. 23, 2011, p. 59-69.

MEIRA, Suedio Alves; SANTOS, Gisele Barbosa dos. Inventário e quantificação da potencialidade educativa do patrimônio geológico da Serra dos Tapuias, Riachão das Neves (BA). **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 58, 2016, p. 34-52.

NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; MANSUR, Kátia Leite; MOREIRA, Jasmine Cardozo. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 16, **Anais [...]**, Teresina, Piauí, 2015.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para conservação do patrimônio geológico**. Sociedade Brasileira de Geologia-SBE, 2008, 82p.

OLIVEIRA, Carmélia Kerolly Ramos de; SALGADO, André Augusto Rodrigues; LOPES, Frederico Azevedo; AMORIM, Paulo de Tarso. Geoconservação e Patrimônio geológico: uma discussão sobre a relevância das quedas d'água. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 2, 2017, p. 1-24.

OLIVEIRA, George Pereira de; MEDEIROS, Lucivan Dantas de Sena; FERREIRA, Bruno. As cercas da geodiversidade: um retrato da

apropriação e uso do patrimônio geológico no Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, n. 2, 2016, p. 1-18.

OLIVEIRA, P. C. A. **Avaliação do patrimônio geomorfológico potencial dos municípios de Coromandel e Vazante, MG**. Uberlândia, 2015. 176 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

OLIVEIRA, Paula Cristina Almeida de; PEDROSA, António de Sousa; RODRIGUES, Silvio Carlos. Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. **Ra'ega**, v. 29, 2013, p. 92-114.

PEREIRA, A. R. Património geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. **Finisterra**, v. 30, 59-60, Lisboa, 1995.

PEREIRA, P. J. S. **Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação - aplicação ao Parque Nacional de Montesinho**. Braga, 2006. 395 f. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia). Universidade do Minho, Portugal, 2006.

PEREIRA, Ricardo Galeno Fraga de Araújo. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil)**. 318 f. 2010. (Tese) Doutorado em Ciências Especialidade em Geologia. Universidade do Minho, Portugal, 2010.

PEREIRA, R. G. F. A.; RIOS, D. C.; GARCIA, P. M. P. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. **Terræ Didactica**, v. 12, n. 3, 2016, p. 196-208.

PEREIRA E.O.; RUCHKYS, U.A. Quantificação e análise da geodiversidade aplicada ao geoturismo na área de proteção ambiental sul da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. **Ra'ega**, Curitiba, v. 3, 2016, p. 207-226.

PINTO, Paulo Celso Lopes. Valorização e promoção do património geomorfológico no Concelho do Sabugal (Portugal). *In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO*, 1. **Anais [...]**, Coimbra, 2014.

REVERTE, F. C. Avaliação da geodiversidade em São Sebastião – SP como patrimônio geológico. 2014. 208f. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A. A valorização do geopatrimónio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. *In: COLÓQUIO IBERICO DE ESTUDOS RURAIS*, 7. **Anais [...]**. Coimbra, Portugal, 2008.

RODRIGUES, Silvio Carlos; BENTO, Lilian Carla Moreira. Cartografia da geodiversidade: Teorias e Métodos. *In: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Org.). Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas.* São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

SANTOS, Yasmin Rizzolli Fontana dos; VALDATI, Jairo. Geopatrimônio e geodiversidade da Lagoinha do leste, Florianópolis – SC. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17, 2017. Anais [...].* Campinas, São Paulo, 2017.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation.** Tasmanian Parks & Wildlife, 2002.

SILVA, Cassio Roberto da; RAMOS, Maria Angélica Barreto; PEDREIRA, Augusto José, DANTAS, Marcelo Eduardo. Aplicações múltiplas do conhecimento da geodiversidade. *In: SILVA, Cassio Roberto da (Org.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro.* Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, José Francisco de Araújo. **Geodiversidade e patrimônio geológico-geomorfológico das “cidades de pedras” – Piauí:** potencial turístico e didático. 250 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

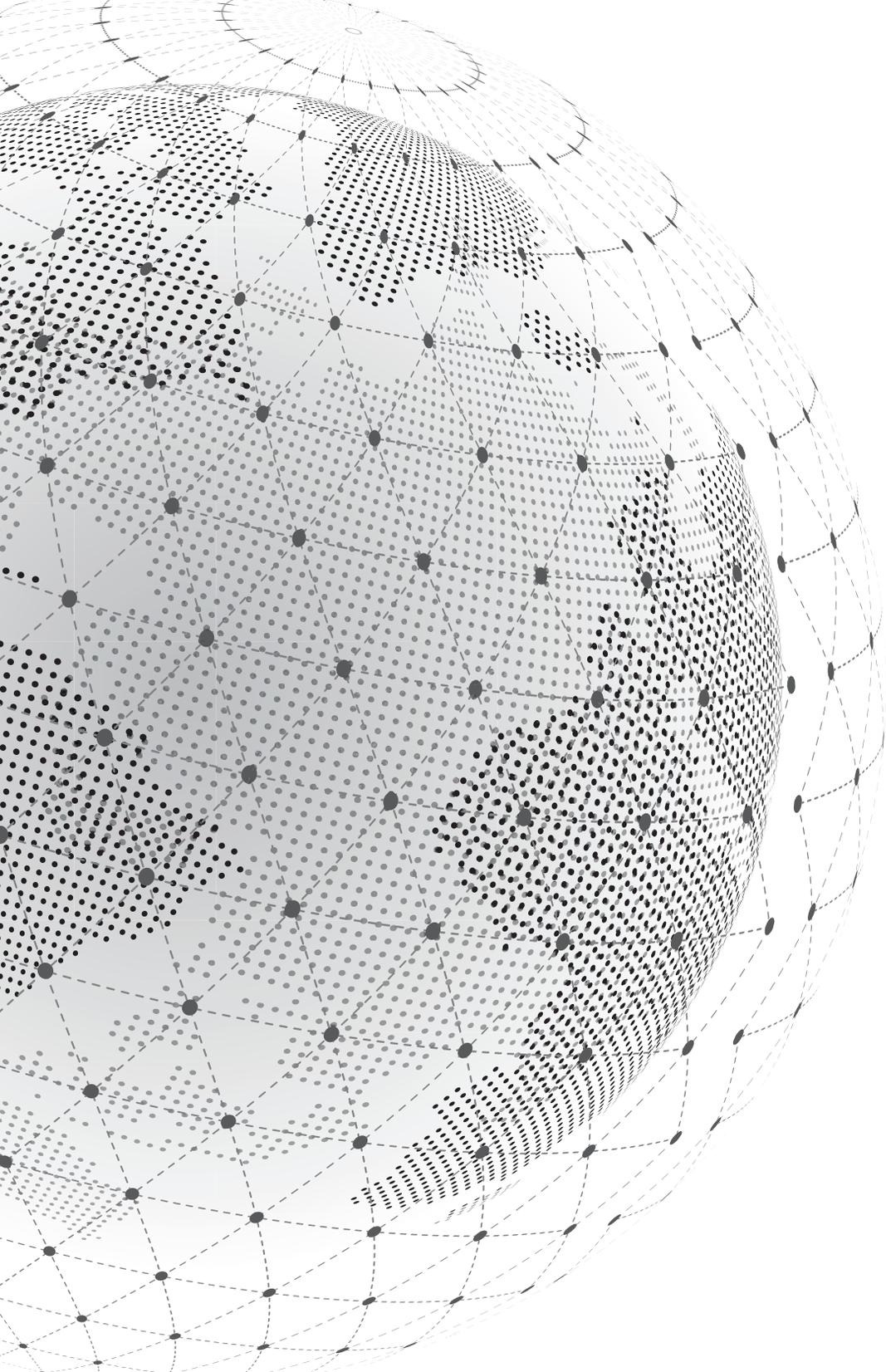
SILVA, José Francisco de Araújo; AQUINO, Claudia Maria Sabóia de. Ações geoeeducativas para divulgação e valorização da geodiversidade e do geopatrimônio. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 17, jan./abr. 2018, p. 1-12.

SILVA, José Francisco de Araújo; NUNES, Híkaro Kayo de Brito; AQUINO, Claudia Maria Sabóia de; ARAÚJO, Glácia Lopes. Identificação de geomorfossítios na microrregião de Picos-PI. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17, 2017. Anais [...].* Campinas, São Paulo, 2017.

VEIGA, A. T. A geodiversidade e o uso dos recursos minerais da Amazônia. **Terra das Águas**, Brasília, v. 1, 1999, p. 88-102.

VIEIRA, António Avelino Batista. **Serra de Montemuro:** dinâmicas geomorfológicas, evolução da paisagem e património natural. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra. Portugal, 2009.

VIEIRA, A.; CUNHA, L. **Patrimônio geomorfológico:** tentativa de sistematização. *In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 3, 2004. Anais [...].* Puerto Vallarta, México, 2004.



FRAGILIDADE MORFOCLIMÁTICA DOS
MUNICÍPIOS DE CASTELO DO PIAUÍ E
JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORDESTE DO BRASIL

Francílio de Amorim dos Santos
Cláudia Maria Sabóia de Aquino



INTRODUÇÃO

O estudo integrado dos elementos naturais possibilita conhecer de forma sistêmica a dinâmica da paisagem. O conhecimento desta dinâmica torna possível desenvolver atividades humanas minimizando os riscos de degradação ambiental e ampliando a capacidade produtiva em determinadas áreas. Daí a importância de estudos em áreas naturalmente frágeis, a exemplo das áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, classificadas como suscetíveis à desertificação.

Desertificação conceitua-se como a degradação das terras em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, através da atuação dos condicionantes climáticos aliados ao uso inadequado das terras (BRASIL, 1995; BRASIL, 2004a). Ressalta-se que as consequências do referido fenômeno são complexas e comprometem os recursos hídricos, os solos, a cobertura vegetal e a qualidade de vida da população das áreas atingidas. Nesse contexto, inserem-se os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, localizados no Nordeste do Estado do Piauí, apontados em estudo de Aquino e Oliveira (2012) como áreas suscetíveis ao processo de desertificação.

Buscou-se identificar as classes de declividade e fragilidade do relevo; estimar as classes de Erosividade das chuvas, através dos dados das estações meteorológicas da SUDENE. Em seguida, procedeu-se à análise da fragilidade morfoclimática nos municípios, aliando a erosividade das chuvas e declividade, como forma de subsidiar o planejamento ambiental da área.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diante da complexidade do fenômeno da desertificação, Matallo Júnior (2001) afirma que as regiões áridas e semiáridas se distribuem por todo o planeta, abrangendo 1/3 de toda a superfície terrestre. As consequências da desertificação, de acordo com Nimer (1988), culminam em degradação dos ecossistemas gerando ressecamento ambiental, devido às mudanças climáticas locais e uso inadequado dos solos mediante as atividades humanas.

A degradação dos solos com desencadeamento da desertificação atinge quase metade da superfície do globo, sendo um fenômeno

que não está restrito a apenas um continente, uma vez que 37% das zonas áridas estão na África, 33% na Ásia e 14% na Austrália, outras são encontradas na América e sul da Europa. As áreas áridas cobrem 40% da superfície terrestre, sendo que 66% já são afetados, enquanto 10% a 20% estão seriamente degradadas (FRANCE, 2011).

A diversidade de paisagens presentes no Nordeste do Brasil (NEB) resulta especialmente da condição de semiaridez, da intermitência e sazonalidade dos cursos d'água, dos solos rasos e de uma cobertura vegetal com características de caducifolia.

O semiárido brasileiro oficialmente é composto por 1.133 municípios, que totalizam 969.589,4 km² (BRASIL, 2007). Por sua vez, o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (BRASIL, 2004b) delimitou as ASD brasileiras como aquelas que possuem clima do tipo subúmido seco e semiárido, além das denominadas Áreas do Entorno (Figura 1).

Diante da grande extensão das ASD para o estudo das causas e efeitos da desertificação, foram criados os Núcleos de Desertificação ou Áreas Pilotos, de onde devem partir os estudos do referido processo, quais sejam: Gilbués (PI), Irauçuba (CE), Seridó (RN/PB), Cabrobó (PE), Cariri Velho (PB) e Sertão do São Francisco (BA), conforme Perez-Marin (2012).

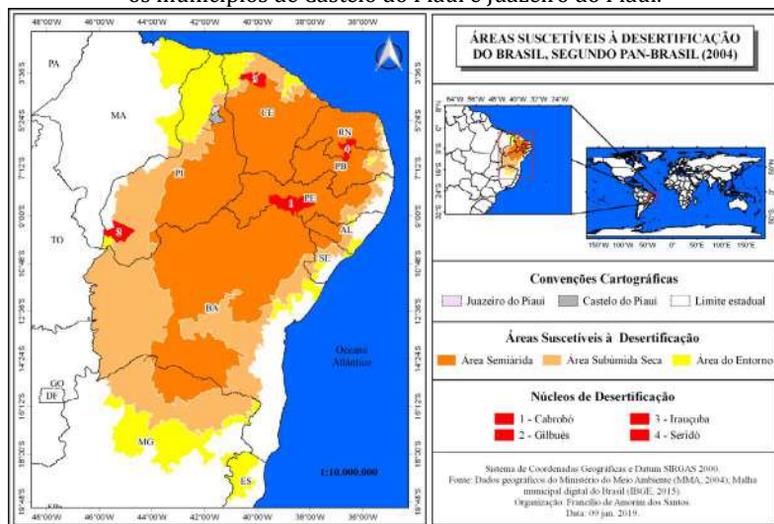
A população do NEB possui forte dependência do bioma Caatinga para o desenvolvimento de atividades voltadas à sua subsistência, exercendo-se grande pressão sobre os recursos naturais nessas áreas naturalmente frágeis, o que resulta na redução do potencial de resiliência destes meios às intempéries naturais, acentuando sua suscetibilidade a processos erosivos.

Nesse sentido, o presente estudo, ao tratar da fragilidade morfoclimática nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, tomou como base dois parâmetros naturais, quais sejam: a Declividade Média (DM) e a Erosividade das chuvas (R), na perspectiva de subsidiar o planejamento e gestão ambiental.

Por meio do conhecimento da declividade do relevo, da tipologia dos solos e da cobertura vegetal, pode-se estimar a velocidade de escoamento, infiltração, umidade do solo e armazenamento de água no subsolo. Por sua vez, a Erosividade das chuvas permite re-

conhecer a capacidade dos agentes de erosão, a exemplo da água, que promove o desprendimento das partículas do solo e, também, seu transporte (LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992; LAL; EL-LIOT, 1994).

Figura 1 - Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) do Brasil, com destaque para os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: Brasil (2004b); IBGE (2015). Adaptado pelos autores (2019).

Vários estudos foram realizados buscando estimar a suscetibilidade das ASD. Destaca-se, por exemplo, Aquino, Oliveira e Sales (2006), que apontaram que 45,3% da área do estado do Piauí apresentou clima do tipo subúmido seco e semiárido, suscetível à desertificação. Quanto aos níveis de suscetibilidade geoambiental destas terras secas à desertificação, os autores indicaram que em 94,6% e 5,4% o risco é baixo e médio, respectivamente.

Lima, Dias e Vale (2012), ao analisarem a morfologia do relevo e a desertificação no norte da Bahia, afirmam que as ASD nesse estado se situam em depressão pedimentada rugosa e suave/ondulada, com litologia metassedimentar, altitudes variando de 378 a 457 m, solo exposto com forte pedregosidade. Ao passo que as áreas mais elevadas, íngremes e escarpadas (16 a 70°) são as menos degradadas.

Aquino *et al.* (2014), ao analisarem a fragilidade morfoedológica e climática das unidades geoambientais da Serra da Capivara e seu entorno, no estado do Piauí, constataram que as mesas e me-

setas e as superfícies dissecadas em estreitos interflúvios do riacho Toca da Onça apresentaram os maiores valores em relação à fragilidade climática, com fragilidade variando de mediana a muito alta. As unidades ambientais que evidenciaram maior fragilidade morfo-pedológica foram a Superfície Dissecada em Estreitos Interflúvios do Riacho Toca da Onça e a Superfície Dissecada em Estreitos Interflúvios do Riacho Baixa do Lima.

Nesse estudo, buscou-se conhecer a fragilidade morfoclimática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. A fragilidade ambiental está relacionada a fatores de cunho ambiental e humanos, contudo, nesse estudo serão considerados apenas os fatores naturais, que segundo Ross (1994) estão ligados aos atributos físicos (declividade, tipo de solo e erosividade), particularmente a declividade média do relevo e a erosividade das chuvas. A declividade média do relevo está associada à inclinação do terreno em relação ao horizonte. Enquanto a erosividade das chuvas (R), de acordo com Lal e Elliot (1994), relaciona-se à capacidade dos agentes de erosão, como a água, realizarem desprendimento do solo e transportá-lo.

Ressalta-se que os estudos sobre a desertificação não apontam uma metodologia única para seu estudo, seja nacional ou internacionalmente. Entretanto, há de se destacar a busca por empreender estudos que almejem estimar as fragilidades/vulnerabilidades ambientais em diversas áreas no Brasil e no mundo. Fato que possibilitará estimar potencialidades e limitações, voltando-se para a criação de estratégias de enfrentamento das secas e do processo de desertificação, como forma de minimizar as mazelas socioeconômicas das populações que habitam áreas afetadas.

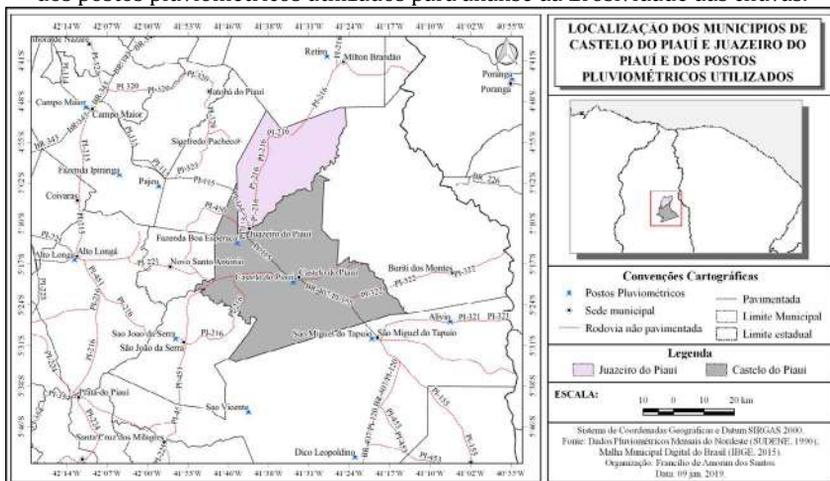
MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área em estudo

Os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí situam-se na Macrorregião Meio-Norte, Território de Desenvolvimento dos Carnaubais e 6º Aglomerado de Municípios (PIAÚÍ, 2006), cujas sedes municipais distam, respectivamente, 158 km e 184 km da capital Teresina. Castelo do Piauí possui área com 2.035,2 km² de extensão territorial e sua sede municipal situa-se às Coordenadas Geográficas 05°19'19"S e 41°33'10"O.

Por sua vez, Juazeiro do Piauí possui área de 827,2 km² e localiza-se às Coordenadas Geográficas 05°10'19"S e 41°42'10"O (AGUIAR; GOMES, 2004a; 2004b), conforme está representado na Figura 2.

Figura 2 - Localização dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí e dos postos pluviométricos utilizados para análise da Erosividade das chuvas.



Fonte: SUDENE (1990); IBGE (2015).

Os referidos municípios estão separados pelo rio Poti, que é de suma importância para o desenvolvimento das atividades humanas na área. Destaca-se que os municípios constituem importantes fontes historiográficas, com registros fósseis, vegetação de transição caatinga/cerrado/carnaubal e formações rochosas areníticas.

Procedimentos metodológicos

Para identificar as classes de declividade média do relevo (Dm) e sua fragilidade nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, foram utilizados os Modelos Digitais de Elevação (MDE), a partir de imagens da Missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Essas imagens foram obtidas através do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - United States Geological Survey). Com base nos MDEs, definiram-se as classes de declividade e fragilidade a partir da proposta metodológica de Ross (1994), conforme está expresso na Tabela 1.

Para estimar a Erosividade das chuvas (R) utilizaram-se dados de precipitações de treze estações meteorológicas da SUDENE (1990), situadas no interior e entorno dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, considerando uma série histórica de 1962 a 1985. Os referidos dados foram utilizados conforme proposta metodológica de Thornthwaite e Mather (1955), ao passo que as falhas encontradas nas referidas séries foram corrigidas através do Método de Ponderação Regional proposto em Tucci (1993).

Tabela 1 - Intervalos de Declividade Média (DM) e Fragilidade do relevo com respectivas denominações das classes correspondentes a cada nota.

Intervalos de DM (%)	Classe atribuída	Nota
< 6	Muito Fraca	1
6 a 12	Fraca	2
12 a 20	Média	3
20 a 30	Forte	4
> 30	Muito Forte	5

Fonte: Ross (1994).

O fator R foi analisado mediante aplicação da Equação 1, proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992). A referida equação baseia-se em regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva, apresentando relativa precisão em relação aos valores de R para longos períodos, ao passo que possui boa aceitação entre os pesquisadores brasileiros.

$$E = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (1)$$

Onde:

E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h)

r = precipitação média mensal (em mm)

P = precipitação média anual (em mm)

Posteriormente, a partir dos dados das treze estações, foram estabelecidas as seguintes classes de erosividade das chuvas, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de Erosividade das chuvas (R) e Fragilidade Climática com respectivas denominações das classes correspondentes a cada nota.

Classes de R (MJ.mm/ha.h.ano)	Classe atribuída	Peso
4.074 < R < 4.787	Muito Baixa	1
4.787 < R < 5.500	Baixa	2
5.500 < R < 6.213	Média	3
6.213 < R < 6.926	Alta	4
6.926 < R < 7.640	Muito Alta	5

Fonte: Santos (2015). Adaptado pelos autores (2019).

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) *QuantumGIS (QGIS)*, versão 2.14 – Essen foi utilizado para a elaboração dos mapas. Destaca-se que para a elaboração do mapa do parâmetro declividade utilizou-se o algoritmo *r.recode*, do complemento GRASS, de acordo com a proposta metodológica de Ross (1994). Os dados das estações meteorológicas foram tratados no pacote de programas USUAI, conforme proposto por Oliveira e Sales (2016).

Entre as rotinas utilizadas, inicialmente, empregou-se a ferramenta CRIATEMP, que possibilitou a criação de um arquivo para cada posto pluviométrico. Na sequência utilizou-se o CRIACHUV para inserção e gravação dos dados de precipitação média mensal dos 23 anos da Normal Climatológica. A última etapa consistiu na aplicação do EROSIV para a geração dos valores médios da Erosivi-

dade das chuvas. Esses dados foram tabelados em planilhas eletrônicas e espacializados no *QGIS*, considerando o método de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância). Gerados os mapas de Declividade Média e Erosividade das chuvas, procedeu-se à operação através da Calculadora *Raster*, para geração do mapa síntese de Fragilidade Morfoclimática (Equação 2).

$$FMC = (R * 0,60) * (DM * 0,40) \quad (2)$$

Onde:

FMC = Fragilidade Morfoclimática

R = Erosividade das chuvas

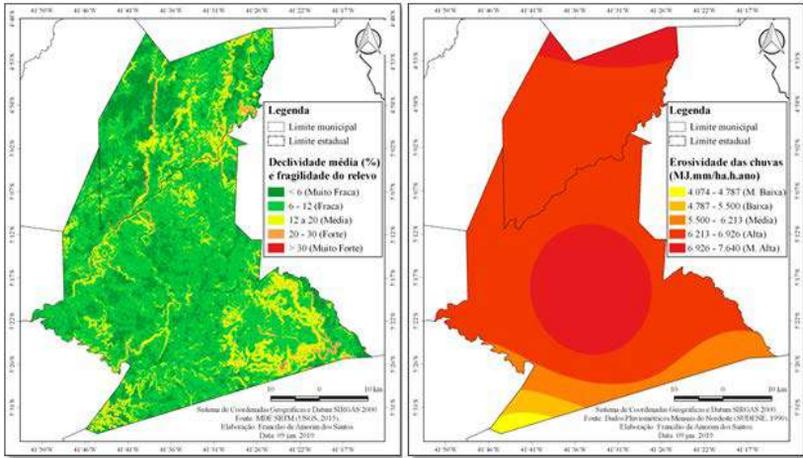
DM = Declividade Média

Vale destacar que o estabelecimento dos pesos para DM e R partiu do pressuposto segundo o qual as regiões com climas do tipo subúmido seco e semiárido, a exemplo dos municípios estudados (SANTOS, 2015), apresentam as chuvas como principal agente atuante.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados das imagens SRTM, aliados à proposta metodológica de Ross (1994), permitem afirmar que o relevo dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí apresenta classes de fragilidade que variam de muito fraca a muito forte. Entretanto, destaca-se a predominância de um relevo com baixa declividade, portanto, com muito fraca fragilidade. Os dados das estações meteorológicas da SUDENE (1990) possibilitaram estimar que a erosividade das chuvas (R) na área em estudo varia de muito baixa a muito alta, com predomínio da classe alta (Figura 3).

Figura 3 - Declividade Média e Erosividade das chuvas dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.



Fonte: SUDENE (1990); DEM SRTM (USGS, 2015).

A Tabela 3 apresenta os dados referentes às classes de fragilidade do relevo. Nesse sentido, pode-se afirmar que há predomínio de fragilidade muito fraca a fraca na área dos municípios, na medida em que esta característica predomina em aproximadamente 79,8% da área estudada, o que representa 2.284,8 km². Ressalta-se, ainda, que 3,27% da área apresenta fragilidade que varia de forte a muito forte.

Tabela 3 - Áreas absolutas e relativas da fragilidade do relevo dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Fragilidade do relevo	Nota	Área (km ²)	%
Muito Fraca	1	841,9	29,38
Fraca	2	1.442,9	50,41
Média	3	484,9	16,94
Forte	4	92,5	3,23
Muito Forte	5	1,1	0,04
Total Geral	-	2.862,4	100

Fonte: Organizado pelos autores (2019).

Estas áreas com maior fragilidade correspondem ao reverso da Cuesta da Ibiapaba, ou seja, engloba a vertente Ocidental da Formação Serra Grande. Logo, é uma área inapropriada para o desenvolvimento de atividades humanas, em virtude da declividade

acentuada, sendo considerada Área de Preservação Permanente (APP), conforme o Código Florestal em vigor (BRASIL, 2012). Cita-se que os resultados obtidos são semelhantes ao estudo realizado por Lima, Dias e Vale (2012), que afirmam que as ASD baianas se situam em áreas de relevo plano a suave ondulado.

A partir da Tabela 4 é possível apreender que predominam nos municípios estudados as classes alta a muito alta em relação ao fator R, que ocupam 88,55% da área estudada, equivalendo a 2.534,7 km². Tal fato deve-se ao significativo volume de chuvas concentradas de janeiro a abril, que, em associação aos solos jovens e pouco desenvolvidos (Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos), cobertura vegetal aberta (caatinga arbustiva), cerrado rupestre e afloramentos rochosos, acentuam a fragilidade na área (SANTOS, 2015).

Tabela 4 - Áreas absolutas e relativas da Erosividade das chuvas (R) e Fragilidade Climática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Classes de Erosividade	Peso	Área	%
Muito Baixa	1	29,8	1,04
Baixa	2	54,6	1,91
Média	3	243,3	8,50
Alta	4	1.891,2	66,07
Muito Alta	5	643,5	22,48
Total Geral	-	2.862,4	100

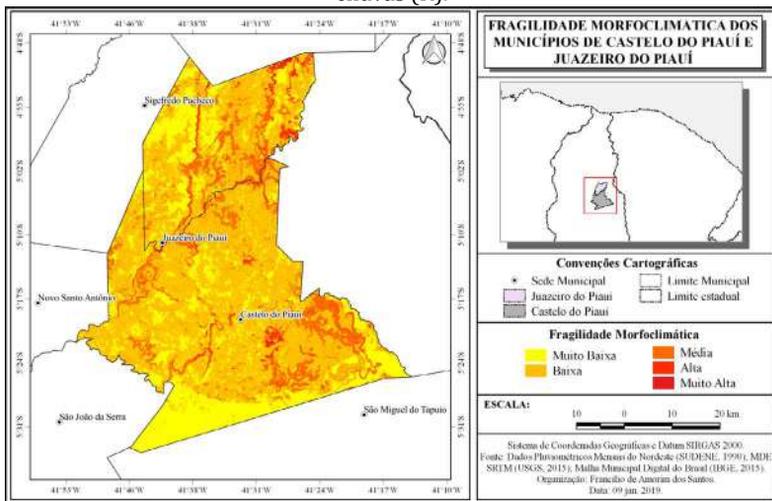
Fonte: Organizado pelos autores (2019).

Os dados da Tabela 4 apresentam consistência com os resultados encontrados pelo estudo de Aquino *et al.* (2014), segundo os quais as unidades geoambientais mesas e mesetas e as superfícies dissecadas em estreitos interflúvios do riacho Toca da Onça, mapeadas na Serra da Capivara, apresentam Erosividade mediana a muito alta, em 75,3% e em 97,9% da área destas unidades, respectivamente. Cita-se que os meses de maior concentração de chuvas na área estudada são corroborados pelo estudo de Pinheiro (2011), visto que sua pesquisa apontou os meses de fevereiro a maio como os de maiores valores para o fator R.

Análise da fragilidade morfoclimática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí

Após a análise das duas variáveis descritas anteriormente, mostra-se oportuno apontar que há preponderância de fragilidade muito baixa a baixa na área dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, conforme o mapa de Fragilidade Morfoclimática (Figura 4).

Figura 4 - Fragilidade morfoclimática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, produto dos mapas de Declividade Média (DM) e Erosividade das chuvas (R).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Em continuidade, a Tabela 5 apresenta os dados das classes de fragilidade morfoclimática para os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. Nesse sentido, observa-se que a área dos municípios apresenta valores de fragilidade variando entre muito baixa a baixa, uma vez que em 63,33% da área predominam as referidas classes.

Tabela 5 - Fragilidade morfoclimática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Classes de fragilidade morfoclimática	Peso	Área	%
Muito Baixa	1	822,7	28,74
Baixa	2	990,1	34,59
Média	3	595,1	20,79
Alta	4	410,1	14,33
Muito Alta	5	44,4	1,55
Total Geral	-	2.862,4	100

Fonte: Organizado pelos autores (2019).

Acredita-se que tal fato deve-se ao relevo, que varia de plano a suave ondulado. Além disso, têm-se os baixos níveis de Erosividade das chuvas. Por outro lado, deve-se destacar que em aproximadamente 15,9% da área predominam as classes de fragilidade alta a muito alta, o que pode ser explicado pelos altos valores do fator R aliado a declividades acentuadas, principalmente do reverso da Cuesta da Ibiapaba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As imagens SRTM apontaram que os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí apresentam suas áreas classificadas como tendo muito fraca a fraca fragilidade do relevo, considerando a declividade, da ordem de 79,8%, enquanto apenas aproximadamente 3,3% da área apresentaram de forte a muito forte fragilidade do relevo, essas associadas ao reverso da Cuesta da Ibiapaba.

Em relação ao fator erosividade das chuvas, constatou-se haver predomínio das classes de alta a muito alta fragilidade climática, ocupando 88,55% da área. Os dados da fragilidade do relevo e da fragilidade climática permitiram avaliar a fragilidade morfoclimática dos municípios estudados. Constatou-se que 63,33% da área podem ser classificados como de muito baixa a baixa fragilidade morfoclimática, ao passo que 15,9% apresentaram fragilidade morfoclimática de alta a muito alta.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a fragilidade morfoclimática, obtida através dos parâmetros declividade média do relevo

e do fator erosividade das chuvas, quando associado a outros fatores, como solos jovens e pouco desenvolvidos, cobertura vegetal de baixo porte e elevados volumes de precipitação, acentua a fragilidade ambiental na área estudada. Desse modo, cria-se a necessidade de estudos posteriores para fins de aprofundamento dos conhecimentos acerca da dinâmica ambiental, apontando potencialidades e limitações destes municípios, em particular diante do desenvolvimento das atividades humanas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Castelo do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004a.

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Juazeiro do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004b.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Suscetibilidade das terras secas do estado do Piauí à desertificação: avaliação a partir de índices. **Mercator**, ano 05, n. 9, 2006, p. 49-60.

AQUINO, C. M. S.; VALLADARES, G. S.; AQUINO, R. P.; OLIVEIRA, J. G. B. Fragilidade climática e morfopedológica em unidades geoambientais do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, Piauí, Brasil. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 10, 2014, p. 266-271.

BRASIL. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: de acordo com a Resolução nº 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: **Agenda 21**. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Download de dados geográficos**. 2004a. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 27 ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2004b.

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

FRANCE. Ministère des Affaires Étrangères et Européennes. France's external action against land degradation and desertification. **Desertification and land degradation, a challenge for us all**. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2015. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2015**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais. Acesso em: 10 abr. 2017.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. **Soil Erosion: research methods**. Second Edition. p. 180-208. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994.

LIMA, G. M.; DIAS, L. F.; VALE, R. M. C. Mapeamento geomorfológico como subsídio ao estudo da desertificação no norte da Bahia. *Revista GEONORTE, Edição Especial*, v. 2, n. 4, 2012, p. 588-598.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas - SP. **Bragantina**, Campinas, v. 51, n. 2, 1992, p. 189-196.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

NIMER, E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ano 50, n. 1, Rio de Janeiro: IBGE, jan./mar. 1988, p. 7-39.

PEREZ-MARIN, A. M. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 17, n. 34, jan./jun. 2012, p. 87-106.

PIAUI. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006**. Estabelece

o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências. 2006.

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

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

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 8, 1994, p. 63-74.

SANTOS, F. A. **Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2015.

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

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

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

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). **Earth Explorer** - Digital Elevation - SRTM 1 Arc-Second Global. 2015. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 23 nov. 2015.

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DE RECONHECIMENTO DE ALTA INTENSIDADE NA PLANÍCIE DO DELTA DO PARNAÍBA- PI

Léya Jéssyka Rodrigues Silva Cabral

Gustavo Souza Valladares

Marcos Gervasio Pereira

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Andréa Maciel Lima

Jéssica Cristina Oliveira Frota

João Victor Alves Amorim



INTRODUÇÃO

É bastante conhecida e difundida a importância do solo para a humanidade. Defini-lo, entretanto, nem sempre é tarefa simples, tanto que não existe uma definição universalmente aceita para esse fim. A razão disso é, sem dúvida, a multiplicidade de interesses quanto à ampla possibilidade do uso dos solos, do ponto de vista agrícola (produção de alimentos, madeiras, fibras, medicamentos etc.) ou não (material para aterros, fabricação de tijolos, telhas, aquecimento de ambientes etc.) (SANTOS *et al.*, 2005).

Obter um conhecimento e o entendimento dos tipos de solos de uma região é de fundamental importância para um planejamento racional dos recursos naturais em função da velocidade e do tipo de ocupação do espaço físico. Essa utilização racional garante a sustentabilidade produtiva pela adequação de uso desses recursos, respeitando suas vocações naturais. Para isso, deve haver um gerenciamento da base dos recursos naturais e uma orientação técnica (MIGUEL, 2010).

A diversidade natural das classes de solo na paisagem é resultado de complexas interações entre os fatores de formação: material de origem, relevo, clima, organismos e tempo (RESENDE *et al.*, 2007). Esses fatores, adjuntos aos processos pedogenéticos na evolução dos solos, definirão suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas de cada classe de solo. Os estudos abrangendo a caracterização dos solos são fundamentais para explicar questões referentes ao seu comportamento físico, químico e morfológico.

Um levantamento pedológico tem como objetivo subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas, com a menor variabilidade possível em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para distinção dos solos (IBGE, 2007). No Brasil, os trabalhos de levantamentos de solos em escalas maiores são escassos, principalmente ao se considerar as dimensões territoriais do país.

Neste segmento, temos como base primária de recurso de caracterização pedológica, o Projeto RADAMBRASIL, criado na década de 1970 pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), desta equipe fizeram partes pedólogos, cujas atribuições consistiram na execução de Levantamentos Exploratórios de Solos, no qual o trabalho constituía em folhas ao milionésimo, que abrangia a quase totalidade do território brasileiro.

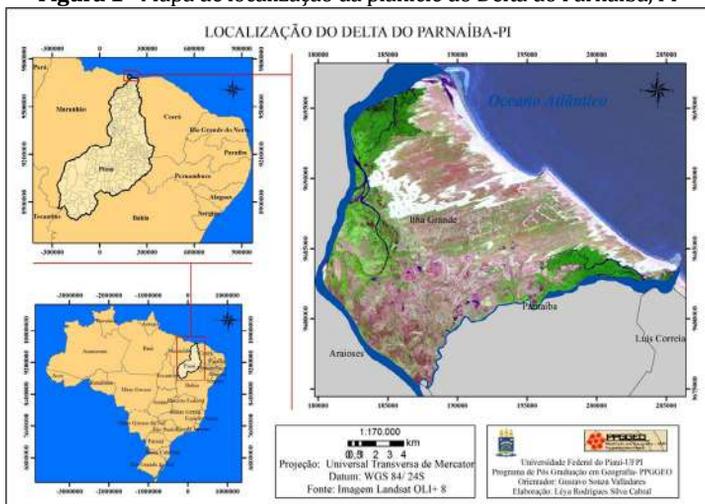
O estudo justificou-se pela necessidade de ampliar os conhecimentos sobre os solos da planície do Delta do Parnaíba, já que eles são elementos essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas costeiros. Partindo dessas premissas e no sentido de contribuir para o conhecimento dos aspectos referentes às características dos solos, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento dos solos presentes na planície do Delta do Parnaíba no estado do Piauí, em nível de levantamento de reconhecimento de alta intensidade, numa escala de 1:100.000.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Delta do rio Parnaíba está localizado na planície costeira do estado do Piauí, situada na porção norte do litoral piauiense e no nordeste setentrional do Brasil. Fica a nordeste da costa brasileira, no limite dos estados do Piauí e Maranhão. A partir daí, subdivide-se em vários braços e igarapés que se intercalam com as diversas ilhas baixas e arenosas, onde se destaca, dentre as ilhas piauienses, Ilha Grande de Santa Isabel. Esta ilha localiza-se entre a barra das Canárias e a barra do Igaracu, apresentando uma forma assimétrica com base voltada para o oceano, com uma área de aproximadamente 240 km² (figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da planície do Delta do Parnaíba, PI



Fonte: Elaboração dos autores.

O foco para o desenvolvimento da pesquisa consiste na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, inserida nos limites do estado do Piauí, delimitada pelos rios Parnaíba a oeste e o rio Igarçu para o sudeste, abrangendo os municípios de Ilha Grande e parte do município de Parnaíba. A planície do Delta do Parnaíba possui praias de até 200 m de largura e ilhas que abrangem as florestas de mangue e uma margem ativa de migração dos campos de dunas.

Valladares e Cabral (2017) descrevem a geologia da planície do Delta do Parnaíba em depósitos arenosos de quartzo e argilo-siltosos recentes, resultantes do recuo do mar em épocas pretéritas. Através dos estudos, realizaram um mapeamento geológico em escala 1:100.000, a partir de análises de imagens de satélite RAPI-DEYE, mapas geológicos em escalas menores, folhas topográficas e checagens de campo, através de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Foram identificadas seis unidades de mapeamento: Depósitos Litorâneos de Praias Recentes (Q2lp), formadas por areias finas e grossas, contendo restos de conchas, matéria orgânicas e minerais pesados; Depósitos Eólicos Litorâneos móveis (Q2e), originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea, formados por areias esbranquiçadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados; Depósitos Eólicos Litorâneos fixos (Qe), originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea, formados por areias de granulação fina a média, raramente siltosas, quartzosas ou quartzo feldspáticas; Depósito de Pântanos e Mangues (Qpm), formados por sedimentos argilo-siltosos e turfas, originados em ambientes transicionais ou mistos, formados pela sedimentação de origem continental e marinha; Depósito luvionares (Qa), formados por sedimentos argilosos, arenosos e siltosos, e ainda por turfas, resultante da acumulação fluvial, sujeito a inundações periódicas e Paleodunas (Qd), corresponde à primeira geração de dunas da área, formadas provavelmente em episódio de nível relativo do mar mais elevado que o atual ocorrido durante o Pleistoceno. Formadas por areias de granulometria variável, com estabilização mantida pela cobertura vegetal (VALLADARES; CABRAL, 2017).

Para Sousa, Valladares e Aquino (2014), Sousa (2015) e Frota (2017), a geomorfologia da área é identificada pelas seguintes uni-

dades: Cordão arenoso, correspondendo a uma área plana resultante de acumulação marinha; Praias, que são depósito de areias acumuladas pelos agentes de transportes fluviais ou marinhos; Planície eólica, área aplainada entre as dunas constituídas de sedimentos eólicos em laminações lisas, bem como estratificações cruzadas truncadas entre as dunas ativas; Dunas móveis, depósitos arenosos produzidos pelo transporte e deposição de partículas pelo vento; Dunas fixas, dunas em processo de estabilização, sendo estas, parcialmente recobertas por vegetação pioneira; Paleodunas, corresponde às dunas antigas que estão recobertas por uma vegetação herbácea ou arbustiva, estando, portanto, imobilizadas e bioestilizadas; Planície flúvio-marinha, representa a área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas; Planície e terraço-fluvial, corresponde a áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas, com meandros abandonados e cordões arenosos.

A hidrografia da planície do Delta do Parnaíba está formada principalmente pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba e seu principal afluente, o rio Igarapu, com uma rede de drenagem perene, que próximos à costa dividem-se em vários canais, formando igarapés, rios riachos, áreas de inundação e lagoas. A baixa energia desses cursos de água favorece os processos deposicionais, propiciando a ocorrência de formações sedimentares. (CAVALCANTI, 2000; SOUSA, 2015).

A área apresenta extensas planícies fluviomarinhas cortadas por uma rede de canais distributários, formadores das ilhas apresentando canais fluviais do tipo meandantes, anastomosados e canais abandonados. O resultado de processos de acumulação fluviomarina, e características próprias do ambiente, desenvolvem-se extensas áreas de manguezais (RIVAS, 1996).

A Planície do Delta do Parnaíba piauiense apresenta uma tipologia climática quente e úmida, no qual os rigores da latitude são amenizados pela proximidade do oceano, com fortes ventanias no decorrer do ano e um alto índice pluviométrico nos primeiros meses do ano. Estas características climáticas são decorrentes da atuação da Massa de ar Equatorial Atlântico Norte (MEAN), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Linhas de instabilidade, Com-

plexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), Brisa Marítima e Brisa terrestre, caracterizados de acordo com Ferreira e Mello (2005).

Em estudos sobre uso e cobertura das terras através da classificação supervisionada, Sousa (2015) conseguiu caracterizar quatro grupos vegetacionais presentes na planície do Delta do Parnaíba: Vegetação de mangue; Vegetação arbóreo-arbustiva; Vegetação mista; Vegetação de Várzea associado a carnaúbas.

Sousa (2015) destaca a perda de parte da vegetação de mangue entre os anos de 1999 e 2013, sendo esta substituída pela vegetação do tipo aninga, utilizada para impedir a erosão das margens, devido ao desmatamento ocorrido para o cultivo de arroz (rizicultura). Atualmente, esse tipo de atividade tem diminuído consideravelmente devido ao aumento da fiscalização na região da APA.

Em seus estudos realizados na planície do Delta do Parnaíba, Santos-Filho *et al.* (2010) relataram que o município de Ilha Grande Santa Isabel, considerada a maior ilha flúvio-marinha do Delta do Parnaíba, apresentou fisionomias de restinga frutícetos inundáveis e não inundáveis nucleados por espécies arbóreas, sendo estas demarcadas por áreas de depressão, resultantes da atividade eólica sobre as dunas, inundáveis, no período chuvoso, bem como formações de campos e carnaubais. Destacou também a presença de 60% de cobertura herbácea.

Os autores ainda explanam que embora semelhantes com relação à fisionomia predominante, as áreas de Ilha Grande e Parnaíba exibiram diferenças no padrão de distribuição de espécies. Seu estudo revelou que 11,4% das espécies são exclusivas e abundantes das restingas piauienses, quando comparadas com as floras de outras restingas nordestinas (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010); (SANTOS-FILHO *et al.*, 2015); (SANTOS-FILHO *et al.*, 2017).

METODOLOGIA

Para a caracterização dos solos da planície do Delta do Parnaíba, a metodologia abrangeu as seguintes etapas: levantamento de dados; a pesquisa de campo através da observação e coleta de dados; elaboração de mapas temáticos e análises desenvolvidas no laboratório de solos e sedimentos da UFPI e UFRRJ.

Para o estudo dos solos da planície do Delta do Parnaíba, fizeram-se necessários trabalhos de campo. As expedições foram realizadas nos meses de dezembro de 2015, fevereiro e dezembro de 2016, a fim de identificar, reconhecer e amostrar os mais representativos solos da região.

Para o levantamento de solos, onde o objetivo principal é a representação das unidades de mapeamento, deve-se haver um cuidado em escolher locais representativos e que permitam a caracterização adequada da referida unidade. Por isso, a seleção do local deve ser feita após reconhecimento da área.

Para a identificação e caracterização dos perfis de solos, foram descritos e coletados quinze perfis por meio de trincheiras e de tradagens, com extensões profundamente suficientes para avaliação das características morfológicas, registros fotográficos e coleta de material, obedecendo aos critérios de uniformidade de cor, relevo e vegetação, além da descrição de pontos de observação. A descrição morfológica dos perfis de solo seguiu metodologia proposta em Santos *et al.* (2005).

As análises físicas e químicas seguiram os procedimentos propostos pela EMBRAPA (1997), EMBRAPA (2009) e CAMARGO *et al.* (2009), conforme expostos nos tópicos seguintes. As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Gênese e Classificação dos Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e as análises mineralógicas foram preparadas no laboratório de Solos e Sedimentos e realizadas pelo Laboratório Interdisciplinar de materiais avançados ambos na Universidade Federal do Piauí.

Os dados foram interpretados e a caracterização dos solos seguiram os padrões do SiBCS (EMBRAPA, 2018).

A elaboração de levantamentos pedológicos seguiu o Manual de Procedimentos Normativos e levantamentos pedológicos (EMBRAPA, 1995), ressaltando a necessidade de um planejamento prévio e considerações em torno de conceitos básicos e critérios essenciais, compreendendo um conjunto de decisões sobre escalas cartográficas de trabalho de campo e apresentação final ou publicação dos mapas produzidos, em função do nível de detalhe ou generalização necessárias para atender aos objetivos específicos de cada tipo de levantamento.

Os tipos de unidades de mapeamentos foram identificados de acordo com o grau de distribuição dos solos encontrados, sendo caracterizados por **Associações de solos**: por englobar diferentes classes de solos que podem ser separados em um levantamento mais detalhado, mas são generalizados/agrupadas por efeitos cartográficos práticos; **Associação complexa**: Tratam-se de associações intrincadas a ponto de tornar-se impraticável a determinação da proporção de suas classes componentes; e o **Complexo de solos**: semelhante à associação de solos, mas neste caso, não podem ser individualmente separados nem mesmo em um levantamento ultra detalhado, pois envolve solos com limites pouco nítidos entre si.

Para finalizar, foi criada uma legenda com a classificação dos solos, através das unidades de mapeamento e seus respectivos símbolos. As legendas refletem as relações entre os solos e as feições da paisagem. Nela consta também a fase, que serve para subdividir unidades de mapeamento, com características relacionadas ao uso do solo, como pedregosidade, rochiosidade, erosão, drenagem, relevo, declividade, vegetação ou qualquer outra característica importante para os objetivos do levantamento.

RESULTADOS

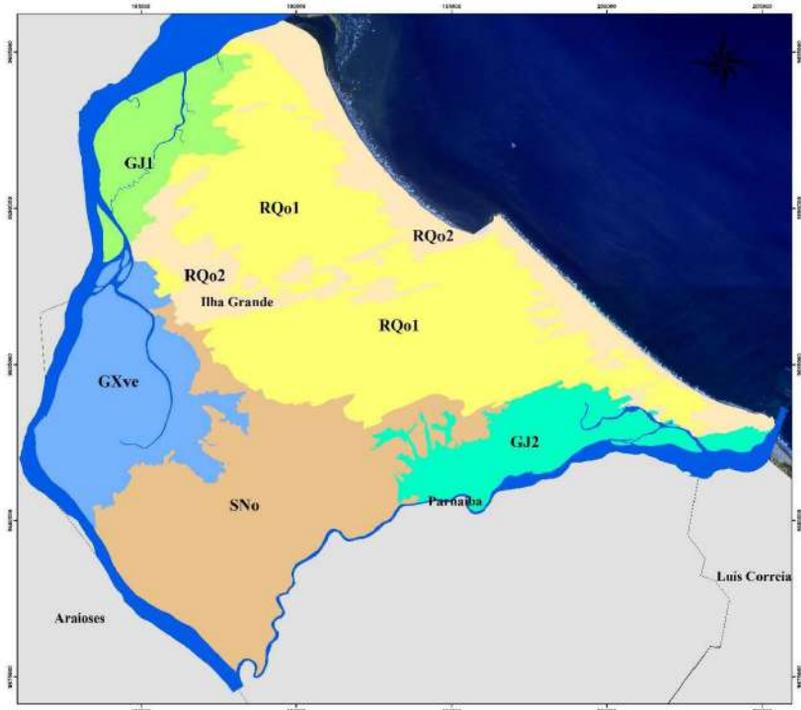
A identificação das unidades de mapeamento foram realizadas através dos resultados das análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas expressos na metodologia deste trabalho e com a denominação de atributos diagnósticos, classificando os solos até o 4º nível categórico, seguindo os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018). Utilizaram-se as unidades taxonômicas predominantes em cada unidade de mapeamento, adicionados os atributos classe textural, fase relevo e tipo de vegetação e horizonte A, conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Simbologia das unidades de mapeamento e sua classificação

SIMBOLOGIA	UNIDADES DE MAPEAMENTO
Sno	Associação complexa de: PLANOSSOLO NÁTRICO Sáfico neofluvisólico, textura média e média/argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada + NEOSSOLO FLÚVICO Sódico típico, textura indiscriminada + CAMBISSOLO FLÚVICO Sódico vertissólico salino, textura indiscriminada + VERTISSOLO HÁPLICO Sódico típico, textura argilosa, todos A moderado, fase relevo plano, não erodida e erodida, fase floresta tropical de várzea com carnaúba e sem carnaúba.
Gxve	Complexo de: GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico neofluvisólico, todos A moderado, textura indiscriminada, fase relevo plano, fase floresta tropical de várzea com carnaúba e sem carnaúba / floresta tropical de várzea com aninga e dendê.
GJ1	Associação de: GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico, textura média e argilosa + GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico neofluvisólico, textura média, ambos A moderado, fase relevo plano, fase de vegetação de mangue.
GJ2	Associação de: GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico, A moderado + GLEISSOLO HÁPLICO Sódico neofluvisólico, A fraco e A moderado, textura indiscriminada, fase relevo plano, vegetação de mangue.
RQo1	Associação de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico sódico, fase relevo suave ondulado e plano, restinga arbustiva e arbórea + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico sáfico sódico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico ârenico sódico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico neofluvisólico sódico, todos A fraco, fase relevo plano, campo hidrófilo de várzea e restinga arbustiva.
RQo2	Associação de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico sódico A fraco, fase vegetação de restinga + Dunas, ambos fase relevo plano e suave ondulado.

Os resultados alcançados possibilitaram a elaboração de um mapa de reconhecimento de alta intensidade na escala 1: 100.000 (Figura 2).

Figura 2 - Mapa Pedológico da Planície do Delta do Parnaíba - PI



LEGENDA

Unidades de Mapeamento

- SNo**- Associação complexa de: PLANOSSOLO NÁTRICO Sállico neofluvisólico, textura média e média/argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada +NEOSSOLO FLÚVICO Sódico típico, textura indiscriminada + CAMBISSOLO FLÚVICO Sódico vertissólico salino, textura indiscriminada + VERTISSOLO HÁPLICO Sódico típico, textura argilosa, todos A moderado, fase relevo plano, não erodida e erodida, fase floresta tropical de várzea com carnaúba e sem carnaúba.
- GXve**- Complexo de: GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico neofluvisólico, todos A moderado, textura indiscriminada, fase relevo plano, fase floresta tropical de várzea com carnaúba e sem carnaúba / floresta tropical de várzea com aninga e dendê.
- GJ1**- Associação de: GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico, textura média e argilosa + GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico neofluvisólico, textura média, ambos A moderado, fase relevo plano, fase de vegetação de mangue.
- GJ2**- Associação de: GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico, A moderado + GLEISSOLO HÁPLICO Sódico neofluvisólico, A fraco e A moderado, textura indiscriminada, fase relevo plano, fase vegetação de mangue.
- RQo1**- Associação de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico sódico, fase relevo suave ondulado e plano, restinga arbustiva e arbórea + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico sállico sódico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico árenico sódico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico árenico neofluvisólico sódico, todos A fraco, fase relevo plano, campo hidrófilo de várzea e restinga arbustiva.
- RQo2**- NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico sódico, A fraco, fase vegetação de restinga + Dunas, ambos fase relevo plano e suave ondulado.
- Delta e canais fluviais**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
 Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGGEO
 Mestrado em Geografia
 Elaboração: Léya Rodrigues Silva Cabral
 Orientador: Gustavo Souza Valladares

Fonte: Elaboração dos autores.

Os solos mapeados na planície do Delta do Parnaíba distribuíram-se em quatro associações, uma associação complexa e um complexo, distribuídos em uma área total de 227,3 km².

A unidade SNo, com um total de 54,8 km², é resultante de acumulação fluvial dos rios Parnaíba e Igarauçu, periodicamente alagada, com material grosseiro, composto por areias e cascalho, e fino, composto por silte e argila, além de material orgânico, oriundo do Holoceno.

Os Neossolos Flúvicos dessa unidade foram coletados em terraços aluviais nas proximidades do rio Igarauçu. O Neossolo, coletado às margens do rio Igarauçu, localizado próximo à área urbana da cidade de Parnaíba, em um ambiente muito antropizado, apresenta uma vegetação mista com carnaúbas e áreas urbanizadas com vegetação mista, já o coletado em um terraço aluvial, apresenta uma vegetação de campo com carnaúbas, ambos com relevo plano e drenagem moderada.

Os Neossolos Flúvicos, no primeiro e segundo níveis categóricos, são solos minerais pouco evoluídos, formados a partir de depósitos aluviais recentes. O perfil apresenta camadas estratificadas, com variações irregulares de granulometria em profundidade, além da distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico, com valores iniciais de 2,32 g kg⁻¹ no horizonte Ap1, tendo um decréscimo no horizonte C1, ficando com 0,10 g kg⁻¹ e elevando para 4,94 g kg⁻¹ no horizonte C2.

O NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico é caracterizado como Ta Eutrófico no terceiro nível categórico por possuir uma alta saturação por base ($V \geq 50\%$), com valores maiores que 79% e argila de atividade alta. O NEOSSOLO FLÚVICO Sódico típico apresentou horizontes com caráter sódico (PST > 15%, dentro dos 120 cm), caracterizando-o como sódico no 3º nível categórico. Ambos se enquadram como típico no 4º nível categórico.

Ainda nesta unidade, caracterizou-se um PLANOSSOLO NÁTRICO Sálido neofluvíssólico, coletado em uma área de relevo plano, com uma vegetação nativa de carnaúbas, representando a fase erodida, com drenagem imperfeita, um horizonte subsuperficial B, com mudança textural abrupta. Esta característica, associada às cores com predomínio de matiz 10YR e 7,5YR com croma 1, estru-

tura prismática e drenagem imperfeita, permitiram diagnosticar o horizonte B plânico, caracterizando o perfil como Planossolo no 1º nível categórico.

O perfil apresentou caráter sódico imediatamente abaixo do horizonte A, com valores PST de 29,5% e 28,8%, caracterizando o solo como Nátrico no 2º nível. No terceiro nível categórico, como sálico, por apresentar valor de CE maior que 7 dS m^{-1} em todos os horizontes, com valores de $15,08 \text{ dS m}^{-1}$; $15,57 \text{ dS m}^{-1}$; $18,35 \text{ dS m}^{-1}$ nos horizontes A, Btv1 e Btv2, respectivamente.

A classificação no 4º nível categórico como neofluvissólico surge devido ao solo apresentar caráter flúvico dentro de 120 cm da superfície do solo. Para haver um caráter flúvico, o solo deve ser formado sob forte influência de sedimentos da natureza aluvionar ou colúvio-aluvionar. O solo em questão apresenta uma variação irregular granulométrica em profundidade, que pode ser percebido na descontinuidade da fração areia no horizonte A para o Btv1, caracterizando um dos requisitos deste caráter.

O VERTISSOLO HÁPLICO Sódico típico foi coletado em uma área de relevo plano, com material originário de textura argilosiltosa, a vegetação é composta por campo aberto com vegetação herbácea, o solo é mal drenado. Estes solos possuem horizonte vértico, com alto teor de argilas expansivas (grupo da esmectitas) caracterizadas com fendilhamento em épocas secas, e muito plástica e pegajosa nas estações chuvosas.

A classificação de Vertissolo no 1º nível, devido às características vérticas apresentadas nos horizontes, com teores de argila de 483 g kg^{-1} nos primeiros 20 cm, o aparecimento de fenda vertical no período seco, devido a contração e expansão da argila, como também com presença de superfícies de fricção (*slickensides*).

O perfil se enquadrou no 2º nível como Háplico. No 3º nível categórico, foi classificado como sódico, por possuir caráter sódico nos horizontes dentro dos 100 cm. E no 4º nível descrito como típico.

O CAMBISSOLO FLÚVICO Sódico salino foi coletado em relevo plano, inserido em vegetação predominante do tipo carrasco, composta por caatingas arbustivas, capoeiras e áreas de vegetação aberta com arbustos de pequeno porte, tendo a presença de carnaubais

e pastagem, e solos mal drenados. A área sofre ação antrópica por estar localizada nas proximidades do povoado Barro Vermelho.

O perfil foi classificado como Cambissolo no 1º nível categórico, sendo este constituído por material mineral com horizonte B incipiente, representado por 2Biv, subjacente ao horizonte A, com grau de desenvolvimento não muito avançado. No 2º nível categórico o perfil é classificado como Flúvico, devido às variações irregulares de granulometria em profundidade, evidente nos teores de silte e argila.

O perfil apresenta caráter sódico por possuir saturação por Na > 15% e o pH em água é < 8,4, caracterizando o perfil como sódico no 3º nível categórico. O valor do ki (3,31) indica um solo pouco intemperizado. O solo apresenta uma alta saturação por bases, de 79%, sendo considerado um solo eutrófico.

A textura é argilosa/média, pois há uma variação de textura argilosa na primeira camada com a presença de argila em grande quantidade, diminuindo para menos da metade no segundo horizonte, com uma textura franco-siltosa. A consistência é muito dura quando seca, firme quando molhada e muito plástica e muito pegajosa quando úmida. O caráter vértico evidenciado em campo com a presença de fendilhamento e superfícies de compressão, fazem com que seja sugerido a classificação de vertissólico e, no 4º nível categórico, classificado como salino por apresentar valores de condutividade elétrica igual ou maior que 4 dSm^{-1} e menor que 7 dSm^{-1} , com valor de $4,5 \text{ dSm}^{-1}$ no horizonte A.

Nos solos encontrados em ambiente de deposição de sedimentos fluvioaluvionares, que ocupam as porções costeiras, são comuns os processos de salinização e sodificação, podendo nestas áreas estarem drenadas nas estiagens e inundadas e até submersas no período das chuvas. Estes solos afetados por sais dificultam o uso agrícola, pois associada às práticas de irrigação, intensificam o processo de salinização e degradação destes solos e do ambiente.

A unidade GXve formada por um complexo de Gleissolos representa $28,8 \text{ km}^2$ da área de estudo. O GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico foi coletado na margem de um Igarapé, apresentando sedimentos muito argilosos, seu relevo local e regional é plano, apresentando vegetação de aninga associada a dendê, e vegetação

paludosa arbustiva densa, com erosão não aparente, em solos mal drenados. O GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico neofluvissólico foi coletado na Ilha das Batatas, originário de sedimentos argilosos, em um relevo plano local e regional, com vegetação de aninga e capim, a erosão não é aparente e o solo é muito mal drenado.

Os Gleissolos encontrados têm proximidades ao rio Parnaíba ou Igarauçu, nestas áreas de planícies fluviais compreendem áreas de inundação, além de meandros abandonados que formam ilhas por toda a extensão do rio. São constituídas de sedimentos areno-argilosos, fortemente influenciados pelo lençol freático, originando o horizonte glei, através do processo de gleização.

As unidades GJ1 representam 14,7 km² da área de estudo, formados por Gleissolos Tiomórficos. O GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico neofluvissólico, coletado na margem do rio Parnaíba, é formado por sedimentos argilosos, sua vegetação está inserida em uma área de transição entre a aninga e o mangue, havendo presença de jiqueri. A erosão não é aparente, e o solo é mal drenado, área de deposição de sedimentos aluviais e marinhos, verificados através do horizonte Cg, com presença de restos de caules e raízes. O GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico foi coletado no trecho do Igarapé, com matriz argilosa, apresenta relevo plano e vegetação de mangue, a erosão não é aparente, sendo o solo muito mal drenado em ambiente de deposição flúvio-marinho. Classificados como Tiomórficos, por possuírem um horizonte sulfúrico. Para ser caracterizado como um horizonte sulfúrico, o valor de pH em água deve ser de 3,5 ou menor, evidenciando a presença de ácidos sulfúricos, demonstrados pelos valores de pH de 2,8 e 2,9 no horizonte Cgj dos perfis. O horizonte Cgj do GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sódico neofluvissólico é formado pela oxidação de materiais orgânicos, como restos de caules e raízes. Os materiais sulfídricos são resultantes de áreas encharcadas, acumulados em ambientes permanentemente saturados.

A unidade GJ2 representa 18,2 km², formado por Gleissolo Háplico e Gleissolo Tiomórfico. Dos GLEISSOLOS HÁPLICOS Sódicos neofluvissólicos caracterizados, um foi coletado na planície fluvial do rio Igarauçu, próximo a desembocadura do Delta, com solos originário de sedimentos arenosos, oriundo da deposição fluvial e

eólica e vegetação campo de restinga. O outro foi coletado às margens do rio Igarapu, próximo à desembocadura do Delta, seu material de origem é formado por sedimentos areno-argilosos, oriundos da deposição flúvio-marinha e eólica e vegetação de mangue.

São semelhantes em suas características, sendo caracterizados no 3º nível como sódico, por possuírem valores elevados de PST \geq 15%, evidenciado pelo caráter sódico e o 4º categórico nível categórico como neofluvíssólico, por apresentar características do caráter flúvico, sendo formados sob forte influência de sedimentos de natureza aluvionar, com descontinuidade na granulometria da fração areia e silte

Nestas áreas, os solos são encontrados em ambiente transicionais ou mistos, formados pela sedimentação de origem fluvio-marinha e eólica. O contato de água doce com água salgada proporciona solos com horizontes sulfúricos, bem como solos com caráter sódico e salino.

A unidade RQo1 é a maior de todas as unidades de mapeamento, com 79,5 km², representada pelos Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos. O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico sálico sódico, com relevo plano, vegetação herbácea e campo de restinga, é caracterizado por Neossolos Quartzarênicos por não apresentar contato lítico dentro dos 50 cm de profundidade, com sequências A-AC-C e A-C1-C2, respectivamente. A textura é arenosa em todos os horizontes, com estrutura de grão simples e maciça. Apresentaram o mineral quartzo como predominante em todas as suas frações.

Classificados como hidromórficos devido à presença do lençol freático a 80 cm de profundidade ou menos, durante todo o ano, e matiz de 2,5YR com croma 3 e 2 na sequência dos horizontes. Foram encontrados altos valores de condutividade elétrica no extrato de saturação, maiores que 7 dS m⁻¹, dentro dos 120 cm a partir da superfície do solo, com valores de C.E: 12,47 dS m⁻¹; 9,39 dS m⁻¹ e 7,59 dS m⁻¹.

Os Espodossolos Humilúvicos são caracterizados por sedimentos arenosos de origem eólica ou marinha ou arenosos depositados sobre sedimentos de textura mais fina, caracterizando descontinuidade litológica, relevo plano e suave ondulado, com vegetação de

campos, arbustos, cajueiros e palmáceas, a erosão é laminar e moderada e a drenagem é impedida.

Os Espodosolos apresentaram um horizonte B espódico, com acumulação iluvial de matéria orgânica humificada, combinada com alumínio, com cor cinzenta muito escuro (10YR 3/1) e cor preta (7,5YR 2,5/1) nos horizontes Bh, característica também para o 2º nível categórico como Humilúvico. Dentro dos 100 cm há o afloramento do lençol freático, e um horizonte hístico soterrado (Hbod) de cor preta (N 2,5/), com espessura de 15 cm, seguido de um horizonte Cgb, caracteriza o 3º nível como Hidromórfico. Para o 4º nível categórico, ambos foram classificados com Arênicos por possuírem textura arenosa, até os 100 cm de profundidade. O caráter sódico vem da característica dos valores de saturação por sódio (PTS %) \geq a 15% em todos os horizontes.

Nestas unidades litoestratigráficas, os solos são originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea, formados por areias de granulação fina a média, raramente siltosas, quartzosas ou quartzo feldspáticas. Os depósitos provavelmente representam uma geração de idade intermediária entre as paleodunas e as dunas móveis ou atuais, além dos depósitos arenosos, com lençol freático a poucos centímetros da superfície.

A unidade RQo2 com 31,3 km², composta por Neossolos Quartzarênicos e Dunas. O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico sódico, situado em dunas baixas estabilizadas, com material de origem oriunda de sedimentos arenosos do Holoceno e Pleistoceno, e também de origem eólica, apresenta um relevo plano, com vegetação arbustiva composta por cajueiros, tucum e *Mirtáceas*. A erosão da área é variável, sendo classificada desde não aparente até forte, havendo camadas de 4 a 5 cm de serapilheira nos locais de menor erosão. O local é excessivamente drenado, não contendo nem pedregosidade e nem rochiosidade.

Os solos coletados nesta unidade são formados por acumulações de areias de granulação fina a grossa, ocasionalmente cascalhos, moderadamente selecionadas, contendo restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados, bem como os originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea. São caracterizadas como ambientes instáveis, por serem ambientes que

recebem fortes influências das marés, além da ausência de vegetação e proximidade com a linha de praia, onde a ação dos ventos é mais intensa.

Santos-Filho (2009) afirma que restinga é vegetação assentada sobre Neossolos Quartzarênicos do Quaternário e sua composição florística é considerada uma extensão da floresta atlântica ou de ecossistemas adjacentes. Em seus estudos, a área situada no município de Ilha Grande apresentou campos fechados (com cobertura herbácea superior a 60%) e abertos (com menos de 60% de cobertura herbácea).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No levantamento realizado foram classificados 15 perfis de solos na Área de Proteção Ambiental, localizada na Planície do Delta do Parnaíba, sendo estes perfis distribuídos em seis ordens dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: Gleissolos, Neossolos, Espodosolos, Planossolos, Vertissolos e Cambissolos.

De forma geral, a planície do Delta do Parnaíba apresentou solos formados por sedimentos de granulometria variada, havendo predomínio de sedimentos arenosos mais próximos à costa, representados principalmente por solos da ordem dos Neossolos Quartzarênicos.

Nas áreas de ocorrência de mangues e várzeas, a saturação do solo favorece condições de hidromorfismo, caracterizando os Gleissolos. Nos terraços aluviais, com a constante deposição de sedimentos, bem como as variações irregulares de granulometria, identificam a ocorrência de Neossolos Flúvicos.

Os elevados teores de argila e o aparecimento de *slickensides* nos períodos secos caracterizam os Vertissolos. Os Espodosolos encontrados foram caracterizados devido à translocação de matéria orgânica entre os horizontes. E os Planossolos com drenagem imperfeita, com permeabilidade lenta devido à mudança textural abrupta e a baixa porosidade.

Os perfis apresentaram, em algum horizonte ou camada, a expressão do caráter sódico, assim como do caráter salino ou sálico,

devido à influência marítima e do lençol freático através dos sais por efeito da capilaridade.

As unidades de mapeamento foram definidas através de um mapeamento de solos de reconhecimento de alta intensidade através das unidades: SNo, associação complexa de PLANOSSOLO NÁTRICO, NEOSSOLO FLÚVICO, CAMBISSOLO FLÚVICO, VERTISSOLO HÁPLICO com um total de 54,8 km²; unidade GXve, complexo GLEISSOLO HÁPLICO com 28,8 km²; unidade GJ1, associação de GLEISSOLO TIOMÓRFICO com 14,7 km², unidade GJ2, associação de Gleissolo Tiomórfico e Gleissolo Háplico, com 18,2 km²; unidade RQo1, sendo uma Associação de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO e EPODOSSOLO HUMILÚVICO, com 79,5 km² e unidade RQo2, sendo esta uma associação de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO e Dunas com 31,3 km².

REFERÊNCIAS

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, **Boletim técnico**, 106, Edição revista e atualizada, 2009.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí**. Rio Claro: UNESP, 2000, 356. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solo. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos** – Humberto Gonçalves dos Santos – Brasília: EMBRAPA –SPI, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA - Embrapa Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. 627p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos: 2018.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

FROTA, Jéssica Cristina Oliveira. **Potencial de Expansão Urbana na Planície Costeira do Estado do Piauí**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2017.

IBGE, Coordenação Geral de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro. IBGE, 2007.

MIGUEL, P. **Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do planalto do RS**. (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: UFSM, 2010.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. Viçosa: UFLA, 5. ed. Revisada. 2007.

RIVAS, Margareth P. **Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2005.

SANTOS-FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. 2009. 124 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JUNIOR, E. B. de; SOARES, C. J. dos R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 3, n. 3, 2010, p. 218-227.

SANTOS-FILHO, F. S., ALMEIDA JR., E. B., SOARES, C. J. R. S., ZICKEL, C. S. Flora and Woody Vegetation in an Insular Area of Restinga in Brazil. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v. 41, 2015, p. 147-160.

SANTOS-FILHO, F. S.; SILVA, J. F. A.; CABRAL, L. J. R. S. Áreas preferenciais para alopatría com base no relevo do Piauí (Brasil): um estudo inferencial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, 2017, p. 799-811.

SOUSA, R. S.; VALLADARES, G. S.; AQUINO, R. P. Mapeamento das Unidades Geomorfológicas Da Planície Costeira Do Estado Do Piauí. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 15, dez. 2014, p. 110-114. ISSN 2237-1419. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1338>. Acesso em: 06 set. 2018.

SOUSA, Roneide dos Santos. **Planície Costeira do Estado do Piauí**: mapeamento das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental. 138f. (Mestrado em Geografia) Teresina: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, 2015.

VALLADARES, Gustavo Souza; CABRAL, Léya J. R. S. Mapeamento Geológico da Planície do Delta do Parnaíba-PI. *In*: Simpósio de Geologia Do Nordeste, 27, João Pessoa, PB, **Anais...** ISBN: 978-85-99198-17-9, João Pessoa, PB, 2017.

FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAUEIRA, PIAUÍ

Amanda Alves Dias

Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Renê Pedro de Aquino



INTRODUÇÃO

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica constitui-se na unidade de análise mais adequada do território, devendo ser considerada não somente em relação ao contexto hidrológico, mas também ao ambiental.

Deste modo, ressalta-se a necessidade da realização de estudo da fragilidade ambiental potencial, principalmente em bacias hidrográficas, como um instrumento de organização do território e que deve servir de subsídio para a implantação de planos e obras públicas e privadas, estabelecendo medidas e padrões de proteção ambiental com vistas a assegurar a qualidade ambiental dos recursos hídricos, do solo, bem como a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população inserida em áreas de ocupação de bacias hidrográficas.

Estudos como os de Gonçalves (2010), Cruz, Pinese Júnior e Rodrigues (2010), Silva *et al.* (2011), Cabral *et al.* (2011), Cunha, Bacani e Ayach (2013), Schiavo *et al.* (2016), França, Puiuzana e Ross (2017), dentre outros, evidenciam a importância da realização de trabalhos voltados para o compreensão da fragilidade ambiental potencial em nível nacional, regional e local. A fragilidade ambiental potencial se caracteriza pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, em função de suas características físicas, bem como: tipo de solo, declividade, índice de pluviosidade, entre outros.

Este estudo objetiva analisar a fragilidade ambiental potencial da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí, visando contribuir com políticas de ordenamento territorial na área.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa fundamenta-se na análise integrada da paisagem, adotando como base teórica os seguintes autores: Bertalanffy (1973), Sotchava (1977), Tricart (1977), Christofolletti (1980), Bertrand (2004), Ab'Saber (2003), Betiol (2012), Aquino (2010), Queiroz (2010), Santos (2015).

A metodologia utilizada neste trabalho fundamenta-se na proposta de avaliação de fragilidade ambiental empregada por Ross (1994), e adaptações de França, Puiuzana e Ross (2017), que se baseia na visão sistêmica do ambiente e na teoria do equilíbrio dinâmico. É importante ressaltar que por serem tratadas de metodologias genéricas, elas necessitam de adaptações/ajustes nas variáveis em função da escala de trabalho, dos dados disponíveis e/ou das peculiaridades ambientais da área de estudo.

A pesquisa apoiou-se em pesquisas bibliográficas, cartográficas e atividade de campo.

O mapeamento da fragilidade dos ambientes naturais, aqui designada de fragilidade ambiental potencial da área de estudo, baseou-se na sobreposição dos mapeamentos temáticos, a saber: Declividade Média (DM), Erosividade das chuvas (R), e Erodibilidade dos Solos (K). Para a álgebra de mapas foram utilizadas ferramentas do Sistema de Informação Geográfica *ArcGis* versão 10.3, da empresa *ESRI*, disponibilizado no Laboratório de Geomática (UFPI).

Os indicadores propostos em Ross (1994) e adaptados para o presente estudo são expressos de forma numérica, variando de 1 a 5, sendo que o algarismo 1 se refere ao grau de fragilidade muito baixa, aumentando gradamente para o grau de fragilidade muito alta, que corresponde ao algarismo 5, permitindo, dessa maneira, estabelecer a fragilidade ambiental na área, conforme segue:

- Índice de Declividade Média do relevo (DM): nota 1 para menor declividade e 5 para um maior índice de declividade;
- Índice de Erosividade das chuvas (R): graduação do menos susceptível à erosão hídrica, com valores variando de 1 a 5 ao mais susceptível.
- Índice de Erodibilidade dos solos (K): graduação dos tipos de solos menos susceptíveis à erosão com valores variando de 1 a 5 ao mais susceptível.

Os índices analisados para obtenção dos valores a serem utilizados na fórmula descritiva da Fragilidades Ambiental potencial serão descritos a seguir.

Declividade Média (DM)

A Tabela 1 apresenta os Intervalos de Declividade Média (DM) com respectivas denominações das classes e notas empregadas na pesquisa.

Tabela 1 - Intervalos de Declividade Média (DM) com respectivas denominações das classes e notas empregadas na pesquisa

Intervalos de DM (%)	Classes	Notas
0 a 3	Plano	1
3 a 8	Suave ondulado	2
8 a 20	Ondulado	3
20 a 45	Forte Ondulado	4
45 a 75	Montanhoso	5
>75	Escarpado	6

Fonte: EMBRAPA (2009).

Erosividade das chuvas

O índice de Erosividade da chuva, também conhecido como (R), é considerado o principal elemento na determinação das quantidades de solo perdido por erosão, e que segundo Tommaselli *et al.* (2001), responde por cerca de 90% desta perda. O fator R é um valor numérico que representa o potencial da chuva e escoamento superficial para proporcionar erosão hídrica em uma área descoberta, podendo variar com as características e, portanto, com a variabilidade espacial e temporal das chuvas (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

A erosividade da chuva depende da intensidade na qual ocorre, bem como da sua energia cinética, que determinam o trabalho erosivo das gotas de chuva sobre a superfície do solo. Segundo Wischmeier (1959), a energia cinética total da chuva (E) e a sua intensidade máxima em 30 minutos (I^{30}), expressa como índice EI^{30} , são os parâmetros pluviométricos que melhor se correlacionam às perdas de solo por erosão hídrica. O somatório dos valores mensais de EI^{30} , de um período de vinte ou mais anos, é denominado fator R (MJ mm ha-1h-1), sendo um índice numérico que expressa a capacidade de

a chuva provocar erosão em um solo sem cobertura (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

O fator erosividade da chuva foi estimado conforme Equação (1) proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992). O referido método estima com relativa precisão os valores de Erosividade para longos períodos. A equação a seguir, baseia-se em regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva.

$$E = 67,355 (R^2/P)^{0,85} \text{ Equação 1}$$

Onde:

E= média mensal do índice de erosão(t/ha.mm/h);

R= precipitação média mensal em mm;

P= precipitação média anual em mm.

Os dados pluviométricos das 20 estações empregados para a estimativa da erosividade da chuva foram obtidos em Sudene (1990).

Os valores de Erosividade média total obtidos foram dividindo em 5 intervalos de igual amplitude, considerando-se os valores mínimo e máximo obtidos para R, atribuindo-se a cada um desses intervalos a ponderação e a denominação de classes, variando de Erosividade muito baixa a Erosividade muito alta (Tabela 2).

Tabela 2 - Intervalos de Erosividade das chuvas com respectivas denominações das classes e notas empregadas na pesquisa.

Intervalos dos valores da Erosividade	Classes	Notas
R < 5100	Muito Baixa	1
5100 < R < 5600	Baixa	2
5600 < R < 6100	Moderada	3
6100 < R < 6600	Forte	4
R > 6600	Muito Forte	5

Fonte: SUDENE (1990).

Erodibilidade

Crepani *et al.* (2001) afirmam que o processo de erosão dos solos ocorre de forma integrada e sofre influência de múltiplos fato-

res, onde as condições físicas e químicas dos vários tipos de solo revelam maior ou menor resistência aos processos erosivos da ação das águas, topografia, cobertura vegetal. Dessa maneira, a erodibilidade dos solos é resultante da interação entre as condições intrínsecas do solo, tais como a composição mineralógica e granulométrica, características físicas e químicas, além das condições externas relacionadas ao manejo.

Assim, pode-se afirmar que a Erodibilidade dos Solos (K) é representada pela suscetibilidade à erosão para determinado tipo de solo, sendo influenciada pelos fatores sumariados a seguir: a textura do solo, que indica os teores de areia, de silte e de argila; a densidade das partículas e do solo, que controla a erodibilidade e afeta outros elementos; a porosidade, que é inversa à densidade do solo; o teor dos agregados, quantidade de agregados em relação a outros elementos do solo; a estabilidade dos agregados, influenciado pela argila e matéria orgânica existente no solo (SANTOS, 2015).

Para estimar as classes de erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira foi utilizada a metodologia proposta por Ross (1994), que considera as classes de fragilidade ou de erodibilidade dos solos a partir do escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, segundo o qual para analisar as propriedades dos solos, o pesquisador deve se pautar nas seguintes propriedades: textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais.

A Tabela 3 apresenta as classes de erodibilidade com respectivos grupos de solos identificados e as notas empregadas na pesquisa

Tabela 3 – Classes de Erodibilidade com respectivos grupos de solos identificados e as notas empregadas na pesquisa

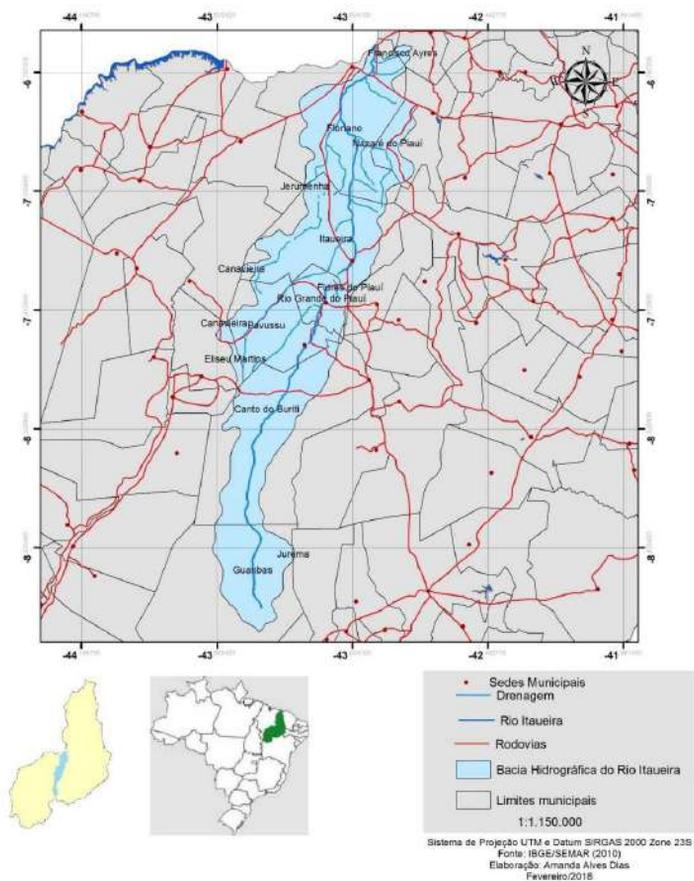
Classes de Erodibilidade dos solos	Grupo de solos identificados na área de estudo	Nota
Muito baixa	Latossolo amarelo	1
Baixa	Argissolos e Luvisolos	2
Média	Plintossolos Pétrico e Argilúvico	3
Forte	Neossolo Quartzarênico	4
Muito forte	Neossolo Litólico	5

Fonte: Ross (1994; 2014). Organização dos autores.

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo consiste na bacia hidrográfica do rio Itaueira, que se localiza no sudoeste piauiense, ocupando uma área de aproximadamente 10.131,5 km², representando 3,8% da área total do Estado, como pode ser visualizado na Figura 06. A bacia abrange, total ou parcialmente, 14 municípios, a saber: Amarante, Canavieira, Canto do Buriti, Eliseu Martins, Flores do Piauí, Floriano, Francisco Ayres, Guaribas, Itaueira, Jerumenha, Jurema, Nazaré do Piauí, Pavussu e Rio Grande do Piauí (CPRM, 2006) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí.



Fonte: Elaboração dos autores.

Segundo dados de Piauí (2010), o rio Itaueira, rio principal da bacia hidrográfica em análise, nasce no município de Guaribas, região sul do Piauí, no limite com o Estado da Bahia, seguindo na direção Sul para Norte, com um curso de cerca de 290 km, apresentando vazão média de 4,90 m/s em sua foz, com valores médios variando entre 0,90 m/s para o período seco e 9,0 m/s para o período chuvoso, constituindo-se, desta maneira, a sua intermitência em vários trechos, fato que limita a sua utilização, assim como os demais rios e riachos que compõem a bacia.

Aspectos geológicos e geomorfológicos

O Estado do Piauí, localizado no nordeste brasileiro, é formado por quatro grandes unidades estruturais: o Escudo Cristalino, a Bacia Sedimentar do Araripe, Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí e os Depósitos Sedimentares recentes (LIMA, 1987).

A bacia sedimentar do Maranhão-Piauí possui uma área total de cerca de 600.000 km², com aproximadamente 209.000 km² em território piauiense, o que representa 35% de toda a bacia sedimentar e aproximadamente 84% do território Piauiense (ARAÚJO, 2006).

De acordo com Silva *et al.* (2003), a formação dessa bacia sedimentar ocorreu durante o Paleozoico e Mesozoico a partir do desgaste dos escudos cristalinos circunvizinhos. Esses escudos passaram a sofrer intensas erosões através das chuvas, ventos e rios antigos, transportando e depositando sedimento nas depressões onde em épocas passadas existiam grandes marés. Esses depósitos originaram as rochas sedimentares que foram sendo empilhadas umas sobre as outras, ocasionando subsidência do centro e, conseqüentemente, o soerguimento das bordas. Daí o fato de a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí ser denominada como uma bacia de subsidência (CEPRO, 1990).

As unidades estratigráficas da Bacia Maranhão-Piauí vão desde o Paleozoico inferior (siluriano) até o Mesozoico superior (cretáceo). O Paleozoico, representado pelas formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Piauí, Pedra do Fogo, aflora nas margens da bacia e nas calhas dos rios principais, enquanto o Mesozoico, representado pelas formações Sambaíba, Orozimbo e Itapecuru, recobre discordantemente todas as unidades mais antigas (BATISTA, 1975).

De acordo com CPRM (2006), a área de estudo apresenta as seguintes unidades geológicas: Depósito Colúvio Eluviais, que constituem a unidade mais representativa, abrange 69,8% da área, da bacia; a formação Poti, que se estende por 17,5% da área de estudo; a formação Corda, que abrange 5,8% da área da Bacia; a formação Piauí (5,2%); a formação Longá, ocupando 1,2% da área; a formação Sardinha, que corresponde a afloramentos de basaltos e diabásios, com 0,5% da área total; e a unidade menos representativa, a formação Cabeças, com apenas 0,004% da área total da Bacia.

Com base na classificação dos domínios morfoclimáticos do Brasil (AB´SABER, 1969), o relevo do estado do Piauí está inserido nos Domínios das depressões intermontanhas e interplanálticas das caatingas; Domínio dos chapadões semiúmidos tropicais do cerrado, estas separadas por uma faixa de transição. Segundo o CPRM (2006) o Piauí foi compartimentado em nove domínios geomorfológicos, estando a área de estudo inserida no domínio das Chapadas do Alto Parnaíba e no domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba.

Nestes domínios foram identificadas as seguintes unidades de relevo, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Unidades de relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Unidades de relevo	Área	%
Planaltos e baixos platôs	4829,2	47,7
Baixos platôs dissecados	3164,3	31,3
Superfícies aplainadas degradadas	2015	19,9
Inselbergs	80,4	0,8
Degraus estruturais e rebordos erosivos	26,7	0,3
Domínio de colinas amplas e suaves	6,5	0,06

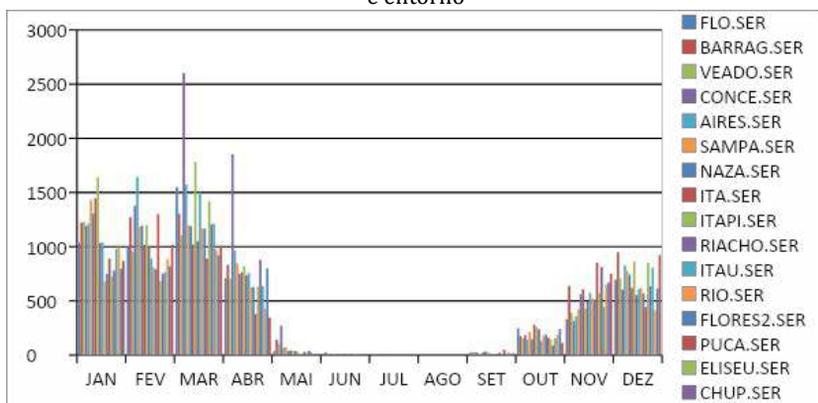
Fonte: CPRM (2006). Organização dos autores.

Aspectos climáticos e pedológicos

Constatou-se que a precipitação média total da área de estudo é de 931 mm, variando de menos de 800 mm nas áreas próximas à nascente e ao alto curso da bacia hidrográfica, a valores superiores a 1100 mm, ocorrendo um crescimento no volume pluviométrico em direção ao curso baixo do Rio Itaueira.

Quando relacionados os dados médios de Precipitação (P) e Erosividade das chuvas (R) da série histórica de 20 anos, percebe-se que o volume de chuvas está concentrado nos meses de janeiro a abril, tendo influência direta nos altos valores de R nos referidos meses (Figura 2).

Figura 2 - Médias da Erosividade das chuvas (R), referentes aos postos pluviométricos dos postos pluviométricos inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira e entorno



Fonte: SUDENE (1990). Organização dos autores.

Considerando o Sistema de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) e o levantamento exploratório de Solos (IBGE, 2007), identificou-se as seguintes classes de solos, até o 2º nível categórico de classificação (conforme Tabela 5).

Tabela 5 - Tipos de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Tipos de solos	Área	%
Latossolo amarelo	7454,5	73,6
Neossolo litólico	1307,3	12,9
Plintossolo pétrico	665,4	6,6
Argissolo vermelho amarelo	262,7	2,6
Luvissoilo crômico	203,3	2,01
Neossolo quartzarênico	161,2	1,6
Plintossolo argilúvico	77,2	0,8

Fonte: Organização dos autores.

RESULTADOS

Declividade média da bacia hidrográfica do rio Itaueira

A hipsometria da bacia hidrográfica do rio Itaueira caracteriza-se por apresentar altitudes que variam de 100 m até 706 m . Há predominância de altitudes que variam de 200 a 250 metros, que ocupam 18,9% do total da área de estudo, equivalente a 1.916,4

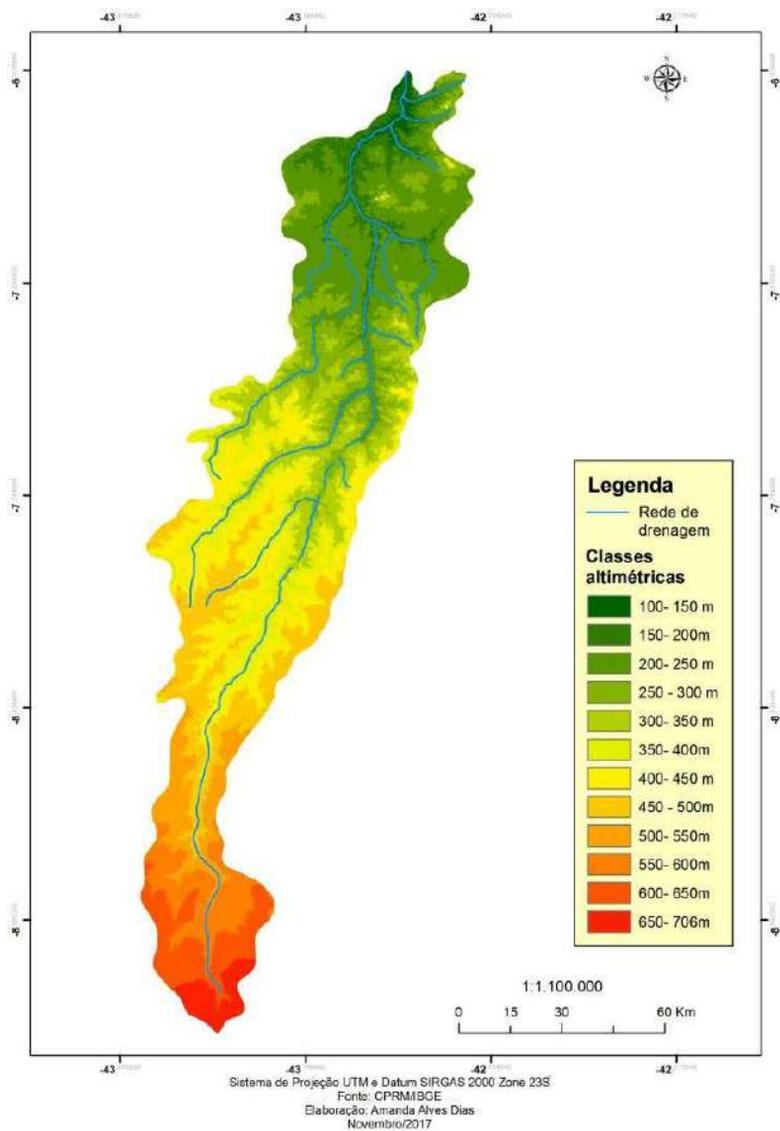
km² abrangendo o médio e o baixo curso da bacia (Tabela 6). Da mesma forma, têm destaque as classes hipsométrica de 400- 450 e de 250- 300 m, que correspondem a 15,1% e 10,8, respectivamente, do total da área de estudo (Figura 3).

Tabela 6 - classes de altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Classes de altitude	Área	%
100- 150 m	123,5	1,2
150- 200 m	552,7	5,6
200- 250 m	1.916,4	18,9
250- 300 m	1.097,7	10,8
300- 350 m	1.030,9	10,2
350- 400 m	1.018,8	10,1
400 - 450m	1.525,2	15,1
450 - 500m	1.072,9	10,6
500- 550 m	504,4	4,9
550- 600 m	538,6	5,3
600- 650 m	528,6	5,2
650- 706 m	221,9	2,2
Total	10.131,5	100

Fonte: USGS, 2018. Organização dos autores.

Figura 3 - Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí



Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 7 apresenta a distribuição das classes de declividade média da área de estudo. Constata-se que em 92,7% da área predominam condições de declividades de plano a suave ondulado, o que permite inferir a baixa fragilidade natural do ambiente principalmente nas áreas com presença de solos mais desenvolvidos, como os Latossolos.

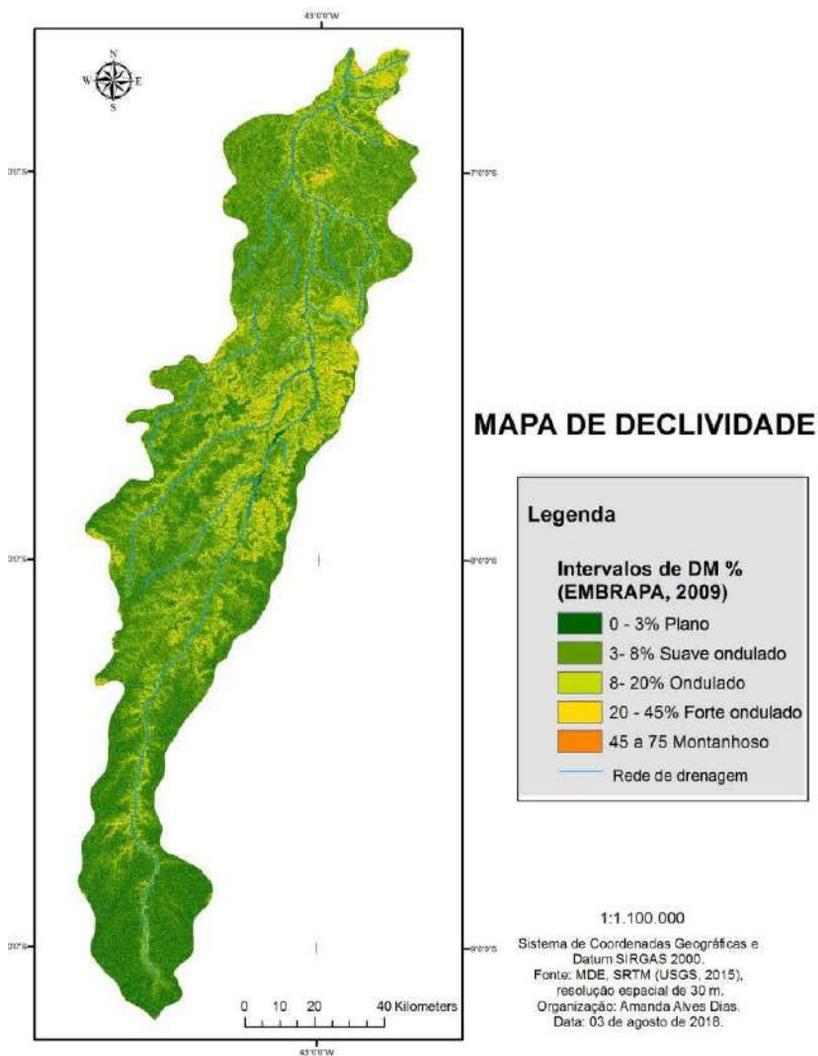
Tabela 7 - Intervalos de Declividade Média (DM), classes, notas atribuídas, áreas e porcentagens correspondentes de cada classe na área de estudo

Intervalos de DM (%)	Classe atribuída	Nota	Área	%
0 a 3%	Plano	1	5785,7	57,2
3 a 8%	Suave Ondulado	2	3601,9	35,5
8 a 20%	Ondulado	3	708,2	6,9
20 a 45%	Forte Ondulado	4	34,6	0,4
Total			10.131,5	100

Fonte: Pesquisa direta. Organização dos autores.

A Figura 4 apresenta a espacialização das classes de declividade na área de estudo. Ressalta-se que as classes de 20-45%, ocupam apenas 7,3% da área de estudo e ocorrem principalmente no médio e baixo curso da bacia.

Figura 4 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí



Fonte: Elaboração dos autores.

Erosividade da chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira

Com relação à área de estudo, a bacia hidrográfica do Rio Itaueira apresenta valores de Erosividade das chuvas (R) com o potencial de erosão hídrica variando de muito baixa a muito forte. A Tabela 8 apresenta a distribuição das classes de Erosividade na área de estudo. De acordo com os dados em 58,2%, constata-se a ocorrência das classes de muito baixa e baixa Erosividade das chuvas. Em 21,7% há Erosividade moderada e em 20,3% da área, varia de forte a muito forte.

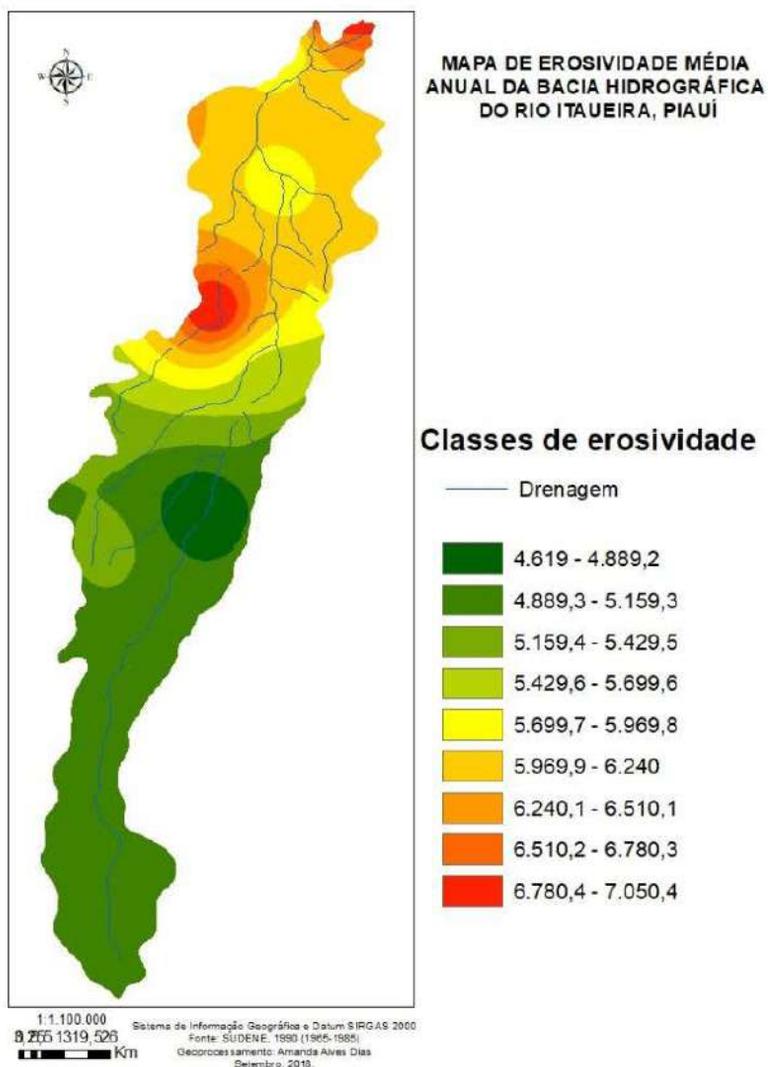
Tabela 8 - Intervalos e classes de Erosividade das chuvas (R), notas atribuídas, áreas e porcentagens correspondentes de cada classe na área de estudo

Intervalos	Classes de Erosividade	Nota	Área	%
R < 5100	Muito baixa	1	4008,7	39,6
< 5600	Baixa	2	1876,02	18,6
5600 < R < 6100	Moderada	3	2201,9	21,7
6100 < R < 6600	Forte	4	1709,7	16,9
R > 6600	Muito forte	5	334,2	3,4
Total			10.131,5	100

Fonte: Pesquisa direta, 2018. Organização dos autores.

Na Figura 5 tem-se a espacialização da Erosividade da área de estudo. De modo geral, constata-se pela figura que a Erosividade da chuva é menor no alto curso e tende a aumentar em direção ao baixo curso, ou seja, há um aumento da capacidade da chuva em causar erosão da nascente em direção à foz da bacia em estudo.

Figura 5 - Mapa de Erosividade da bacia hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí



Fonte: Elaboração dos autores.

Erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Com relação à área de estudo, as 11 ordens de solo foram subdivididas em 5 classes de erodibilidade, conforme aplicação de Ross (1994), estas variando de muito baixa a muito forte, conforme Tabela 9.

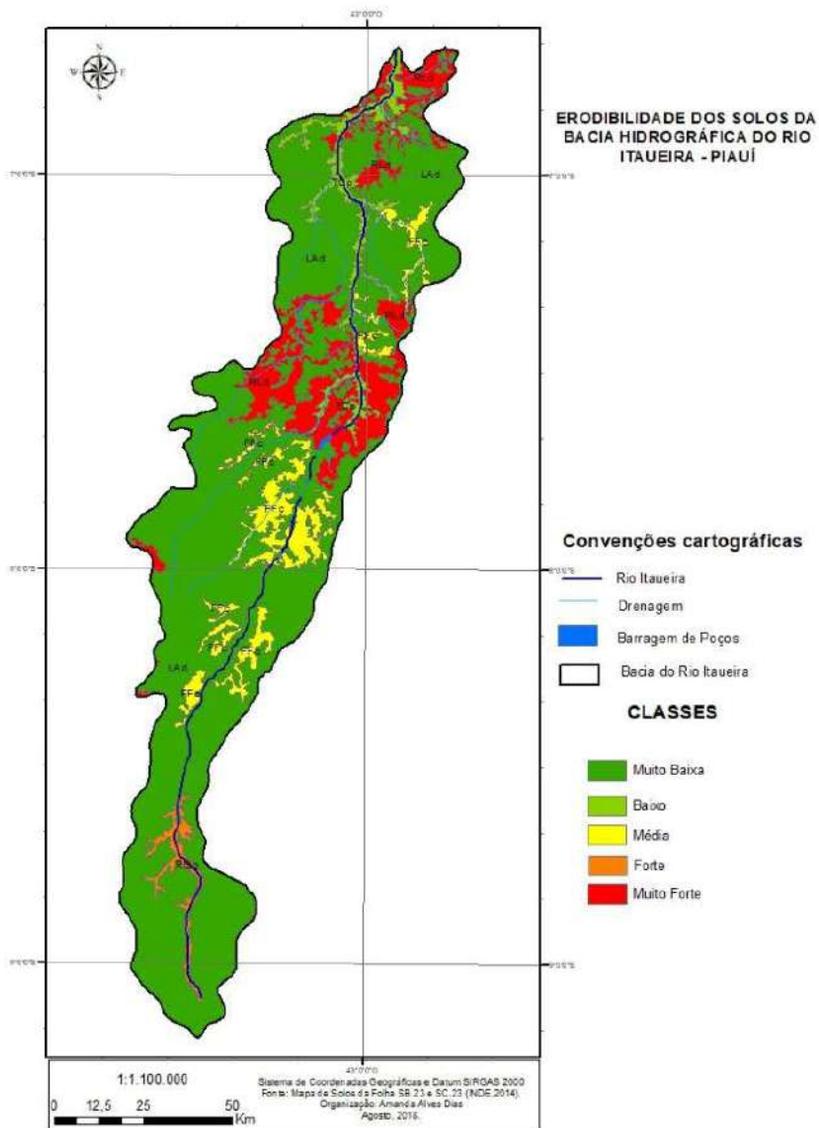
Tabela 9 - Classes de Erodibilidade dos solos (K) com respectivas áreas em porcentagens, dos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Classes de Erosividade(K)	Área	%
Muito baixa	7454,7	73,6
Baixa	465,9	4,6
Moderada	742,7	7,3
Alta	161,3	1,6
Muito Alta	1307,3	12,9
Total	10.131,5	100

Fonte: Pesquisa direta, 2018. Organização dos autores.

Quanto à erodibilidade dos solos na bacia hidrográfica do rio Itaueira, constata-se na Figura 6 que em 85,5% da área a erodibilidade varia de muito baixa a moderada. Já em 14,5% da área, a erodibilidade variou de alta a muito alta. Estes valores permitem inferir a baixa suscetibilidade dos solos da área à erosão, notadamente a hídrica, resultado da predominância dos Latossolos, que se caracterizam por serem solos bastante intemperizados, profundos, bem drenados, o que acarreta uma menor vulnerabilidade com relação aos processos erosivos. A Figura 6 apresenta a espacialização das classes de erodibilidade na área de estudo.

Figura 6 - Mapa da Erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira,



Fonte: Elaboração dos autores.

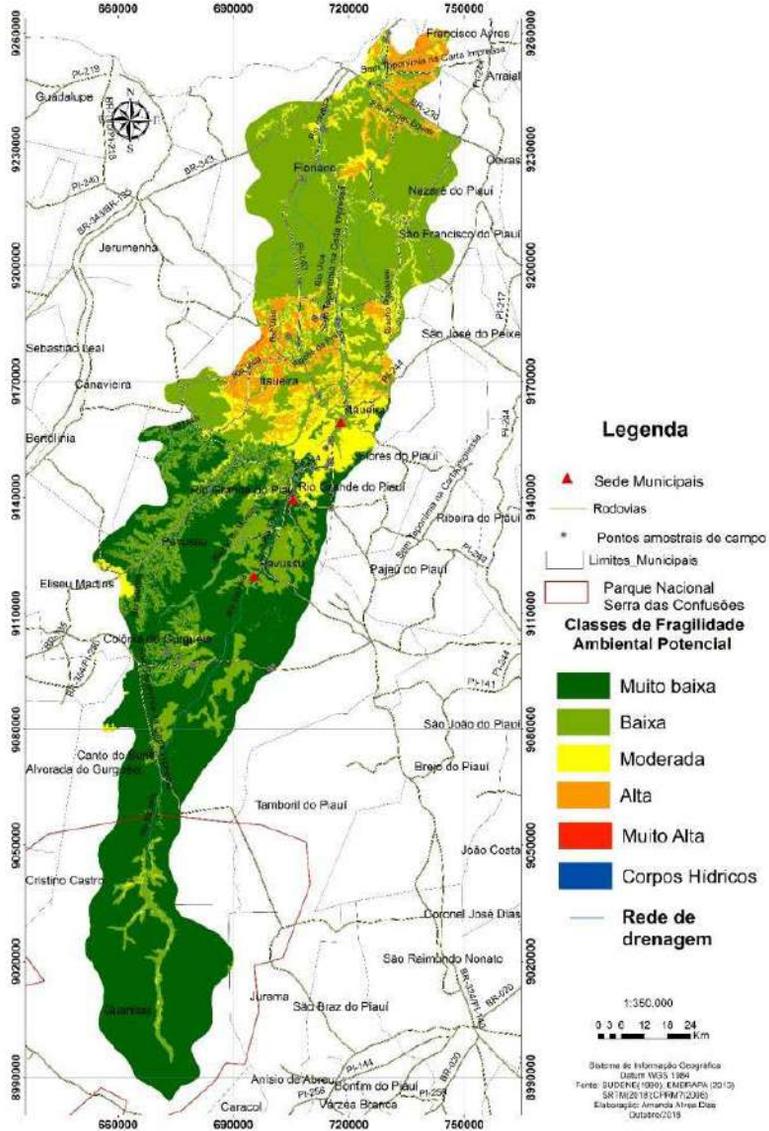
Fragilidade Ambiental potencial da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí

Baseado na metodologia proposta por Ross (1994), foi realizada a álgebra dos mapas de Declividade Média, Erosividade da Chuva e erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí, objetivando avaliar a fragilidade ambiental potencial da área de estudo.

Os resultados permitem inferir que 40,8%, 42,2%, 10,5%, 5,9% e 0,03% da área de estudo apresentaram fragilidade ambiental potencial muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta respectivamente. A Figura 7 apresenta a distribuição espacial das classes de fragilidade ambiental potencial na área de estudo.

Vale ressaltar o predomínio da classe Muito baixa (40,8%) no alto curso da bacia; predomínio da classe Baixa (42,8%) no baixo curso; predomínio da classe Moderada (10,5%) no médio curso e as classes Alta (5,9%) e Muito Alta (0,03%) predominantes no médio e baixo curso, nas proximidades da foz do rio Itaueira.

Figura 7 - Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Piauí



Fonte: Elaboração dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia mostrou-se eficiente para diagnosticar a fragilidade, a partir de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na área da bacia hidrográfica do Rio Itaueira –PI.

A partir da dinâmica processual, considerando os elementos da paisagem (Declividade, Erosividade, Erodibilidade), constatou-se que 40,8%, 42,2%, 10,5%, 5,9% e 0,03% da área de estudo apresentaram fragilidade ambiental potencial muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, respectivamente.

Considerando tratar-se de uma área de expansão de fronteira agrícola no Estado do Piauí, recomenda-se a inserção da variável uso e cobertura das terras, com vista à obtenção de um panorama mais próximo da realidade no tocante a avaliar a fragilidade não apenas potencial, mais a fragilidade atual, considerada na literatura como emergente, como ferramenta para orientação de políticas de uso racional da terra.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. n. 18, IG-USP, S. Paulo, 1969.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo, Atilê, 2003.
- AQUINO, C. M. S. de. **Estudo da degradação / desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Sergipe - UFSE. São Cristovão, 2010.
- ARAÚJO, J. L. L. **Atlas Escolar do Piauí: Espaço Geo-História e Cultura**. João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2006.
- BATISTA, J. G. **Geografia Física do Piauí**. Teresina: COMEPI, 1975.
- BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes 1973.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo; Ícone ed., 1999.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global - esboço metodológico. **RA'E GA**, n. 8, p. 141-152, 2004. Disponível em: <http://>

ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/3389/2718.
Acesso em: 02 mar. 2018.

BETIOL, Vinicius de Moraes. Sistemas, complexidade e os sistemas ambientais na prática no Brasil. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V. 1, N. 4, 2012, p. 91-10.

CABRAL, João Batista Pereira; ROCHA, Isabel Rodrigues; MARTINS, Alécio Perini; ASSUNÇÃO, Hildeu Ferreira; BECEGATO, Valter Antônio. Mapeamento da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. **Geo-Focus** (Artículos), n. 11, 2011, p. 51-69.

CEPRO. **Atlas do Piauí**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª edição - Revista e ampliada. -- São Paulo: Editora Blucher, 1980.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ministério de Minas e Energia. **Mapas Estaduais de geodiversidade: Piauí**. Rio de Janeiro: CPRM. 2006. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br>. Acesso em: 31 jun. 2017.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124p.

CRUZ, Lísia Moreira; PINESE JÚNIOR, José Fernando; RODRIGUES, Silvio Carlos. Abordagem cartográfica na bacia hidrográfica do Glória- MG. **Revista Brasileira de Cartografia**. Nº 62/03, 2010.

CUNHA, Elias Rodrigues; BACANI, Vitor Matheus; AYACH, Lucy Ribeiro. Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental. **Revista da ANPEGE**, v. 9, n. 12, jul./dez. 2013, p. 89-105

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

FRANÇA, Luciano C. J; PUIUZANA, Danielle; ROSS, Jurandy L. S. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí). **Revista Espacios**. v. 38, n. 31, 2017, p. 21.

GONÇALVES, Geula Graciela Gomes. **Procedimentos metodológicos para determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas**. 2010. 130f. Dissertação(Mestrado). Programa de

Pós- Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, I. M. M. F. Relevo piauiense: uma proposta de classificação. **Carta CEPRO**, Teresina, v. 12, n. 2, 1987, p. 55-84.

LOMBARDI NETO, F; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas - SP. **Bragantina**, Campinas, v. 51, n. 2, 1992, p. 189-1996.

PIAUI. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR/PI). **Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí** - PERH. 2010.

QUEIROZ, Pedro H. B. **Planejamento Ambiental Aplicado a um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti- Ceará**. 2010. 205 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8. 1994, p. 63-74.

SANTOS, Francílio de Amorim dos. **Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí**. 2015. 187f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

SCHIAVO, Bruna Nascimento de Vasconcellos; HENTZ, Ângela Maria Klein; CORTE, Ana Paula Dalla; SANQUETTA, Carlos Roberto. Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria-RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, jan./abr. 2016, p. 464-474.

SILVA, Augusto J. Pedreira da; LOPES, Ricardo da Cunha, VASCONCELOS, Antônio Maurílio; BAHIA, Ruy B. C. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-cenozoicas Interiores *In*: BIZZI, L. A (Org). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003. p. 55-85.

SILVA, Liwistone Galdino; SANTOS, Antônio Marcos; SILVA, Heverton Alves; GALVÍNCIO, Josiclêda Domicino. Diagnóstico da fragilida-

de ambiental do Alto curso da bacia hidrográfica do Rio Pajeú-PE. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 maio 2011, INPE p. 7611.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1977.

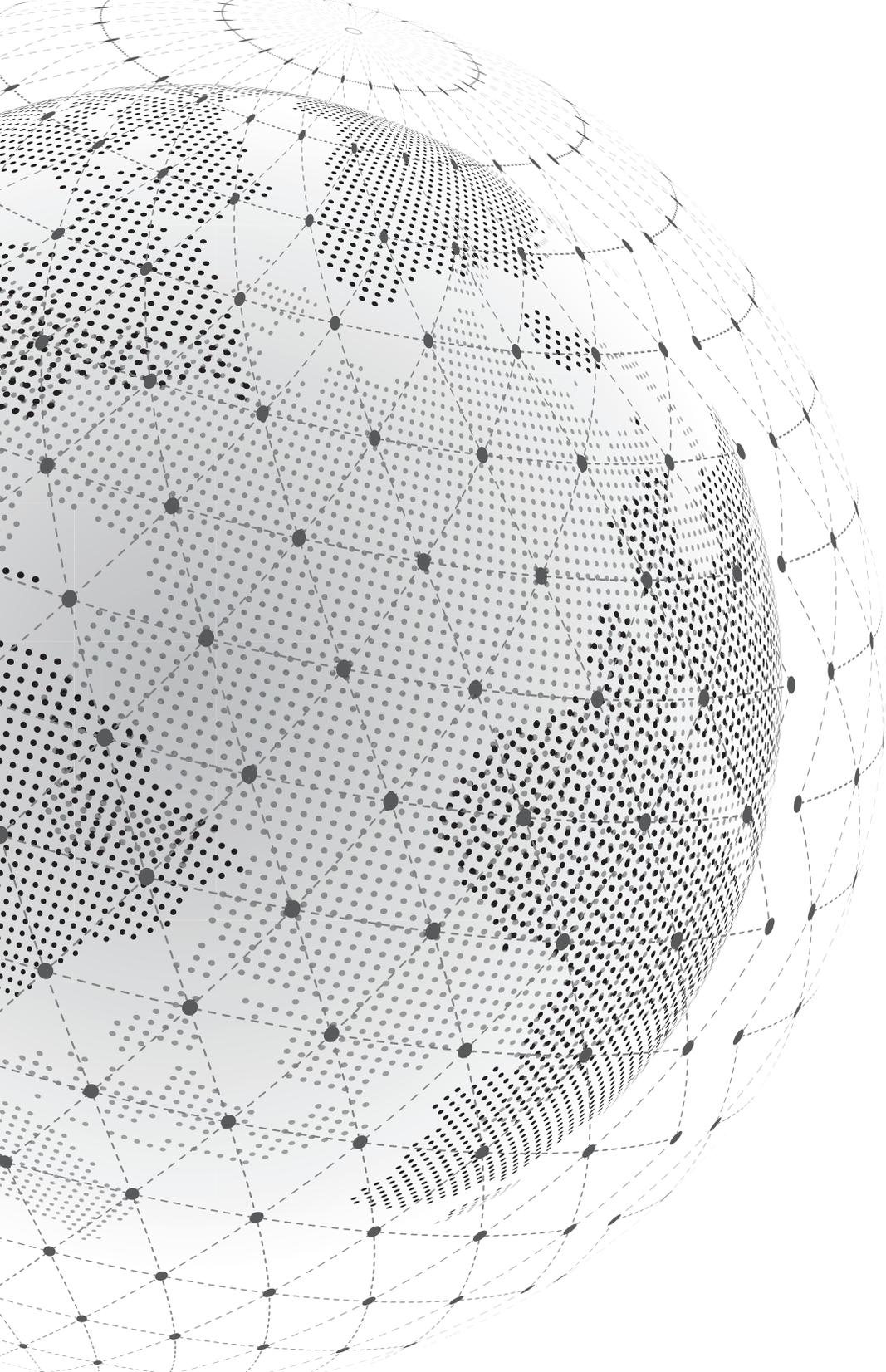
SUDENE. **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste**: Estado do Piauí, 1990.

TOMMASELLI, J. T. G.; FREIRE, O. ; CARVALHO, W. A. . Erosividade da chuva na região oeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria - RS, v. 7, n. 2, 2001, p. 269-275.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

WISCHMEIER, W. H. A Rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madson, v. 23, n. 30, 1959, p. 246-249.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58p. (**Agriculture Handbook**, 537).



VULNERABILIDADE AMBIENTAL
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO POTI – PIAUÍ: ESTUDO
SOBRE OS IMPACTOS EM ZONAS
RIBEIRINHAS

Livânia Norberta de Oliveira

Eugênia Cristina G. Pereira

Maria Lúcia Brito Cruz



INTRODUÇÃO

As áreas próximas aos rios são historicamente atraentes à ocupação humana, no entanto, nas cidades são geralmente os ambientes mais degradados pela sociedade, recebendo os efluentes domésticos e até industriais da população.

No decorrer dos tempos, as técnicas de manejo e controle dos rios foram aos poucos aprimoradas, todavia, este avanço não acompanhou na mesma proporção as técnicas de conservação e uso sustentável deste recurso, deixando-os vulneráveis a futuras intervenções para o abastecimento e desenvolvimento das atividades humanas.

As áreas ribeirinhas são faixas de terra destinadas à manutenção da qualidade do solo, que possuem papel estratégico na conservação da biodiversidade e na preservação da qualidade dos recursos hídricos, assim como na formação de corredores entre as poucas reservas de matas primárias ainda existentes, além de outros relevantes atributos (FEKETE, DAMM; BIRKMANN, 2010).

Diante de sua importância ao ambiente, são determinadas como Áreas de Proteção Permanente (APP), legalmente protegidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), que estabelece valores fixos de larguras das áreas ripárias em função da magnitude do corpo d'água.

Mesmo protegidas pelas disposições legais existentes, as APPs continuam sendo impactadas e reduzidas, aumentando seu estado de degradação, sobretudo no ecossistema urbano, onde o uso e ocupação do solo às margens de um curso d'água têm ocasionado sérios impactos ao ambiente. Estes são, em algumas situações, irreversíveis, em consequência das alterações decorrentes da urbanização desordenada e de empreendimentos que ignoram a questão ambiental, comprometendo sua capacidade de resiliência.

Dado à grande importância ambiental das áreas ribeirinhas, o seu controle tornou-se uma obrigação legal da União, Estados e Municípios. Entretanto, mesmo que a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, §1º, III, tenha introduzido a inovação sobre os espaços protegidos e seus componentes, a legislação não tem sido devidamente compreendida e implementada.

Desta forma, o uso e ocupação do solo às margens dos cursos d'água têm ocasionado sérios impactos ao ambiente, em algumas situações até irreversíveis, pois se configuram como consequência das alterações decorrentes da urbanização desordenada e empreendimentos que ignoram a questão ambiental, deixando-os vulneráveis e comprometendo a sua capacidade de recuperação (NUCCI, 2001; TUCCI, 2006; 2008; MAROTTA, SANTOS, ENRICH-PRAST, 2008; OLIVEIRA e SILVA, 2014).

Para que o planejamento de uso do solo seja eficaz, torna-se importante uma abordagem sistêmica, abrangente e transdisciplinar. É importante fazer um levantamento detalhado dos aspectos abióticos, bióticos e culturais, além de conhecer a biodiversidade local, tendo a bacia hidrográfica como unidade planejamento (VOLLMER *et al.*, 2015).

O ecossistema ripário constitui uma interface entre o ambiente terrestre e o aquático, refletindo um complexo de fatores geológicos, climáticos, hidrológicos que em interação com os fatores bióticos definem uma heterogeneidade de ambientes. Dessa forma, necessita-se de planejamento e gestão adequados, tendo em vista que a vegetação ripária é responsável por grande parte do regime ambiental do ecossistema aquático (COELHO; BUFFON; GUERRA, 2011).

As intervenções antrópicas no ecossistema aquático, como a construção de barragens e formação de grandes reservatórios, cuja forma de operação resulta em alterações no regime de vazão dos rios, além da irregularidade temporal e espacial das precipitações, geram um alto grau de incerteza da quantidade de água possível de ser ofertada anualmente nos reservatórios, compromete também esse ecossistema (FRAZIER; THOMPSON; DEZZANI, 2014; MUGUME *et al.*, 2015).

Essa realidade fisiográfica evidencia a necessidade de se promover uma gestão dos recursos hídricos de maneira que envolva ações de planejamento, monitoramento, operação, com a participação efetiva dos usuários de água, como forma de estabelecer a sustentabilidade dos ecossistemas (MODDEMEYER, 2015).

O conhecimento tradicional exerce um papel crucial na memória institucional das mudanças dos ecossistemas e as práticas de

manejo que constroem a resiliência socioecológica (FOLKE, 2002; IORIS; HUNTER; WALKER, 2008). Assim, torna-se necessário compreender a relação entre o conhecimento socioecológico e as respostas que levam às mudanças ambientais, considerando o uso e manejo sustentável dos recursos, a diversidade biológica e os ecossistemas (HOQUE *et al.*, 2012).

No Brasil, o desenvolvimento da estrutura legal para a gestão de recursos hídricos teve como marco inicial a promulgação do Código de Águas, em 1934. Posteriormente, em 1997, foi promulgada a Lei Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433), que definiu os princípios, diretrizes e instrumentos para a gestão dos recursos hídricos no País, reconhecendo que a água é um bem público, que apresenta múltiplos usos e incorporando a necessidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Em 1965 foi elaborado o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 4771), que apresentava as áreas ribeirinhas como legalmente protegidas, considerando-as Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo estabelecido um afastamento mínimo ao longo do leito do rio. Esse afastamento foi desconsiderado ou não existiu em muitas dessas áreas. A legislação estabelece valores fixos de larguras das zonas ripárias em função da magnitude do corpo de água. No entanto, fatores físicos, químicos e biológicos controlam o funcionamento desejado dessas faixas.

No atual Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651 de 2012), o artigo 61-A, incluído na Lei pela Medida Provisória para suprimir lacuna deixada pelo veto ao artigo 61 do texto aprovado na Câmara dos Deputados, acorda os critérios mínimos para a recomposição da vegetação nativa ilegalmente desmatada em APP hídricas, considerando, como princípio, o tamanho da propriedade em módulo fiscal. De acordo com este artigo, ficam autorizadas as atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em APP estabelecidas em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, em que as propriedades devem se adequar às seguintes exigências:

(i) No caso de imóveis rurais de até quatro módulos fiscais, as faixas a serem obrigatoriamente recompostas variam de 5 a 10 metros de largura, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do rio, de acordo com o seguinte escalonamento: até 1 módulo fiscal, recomposição de 5 metros; entre 1 e 2 módulos fiscais, recomposição de 8 metros; entre 2 e 4 módulos fiscais, recomposição de 15 metros;

(ii) Para os imóveis com área superior a quatro módulos fiscais, a largura mínima exigida será de vinte metros, e a máxima, de cem metros, assim estabelecido: imóveis entre 4 e 10 módulos fiscais, recomposição de 20 metros para os rios de até 10 metros; e, nos demais casos, a recomposição da faixa marginal corresponderá à metade da largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 metros e o máximo de 100 metros;

(iii) já no caso de áreas consolidadas em Área de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, a recomposição do raio mínimo observará o seguinte critério: imóveis até 1 módulo fiscal, 5 metros; entre 1 e 2 módulos fiscais, 8 metros; e imóveis maiores que 2 módulos fiscais, 15 metros.

Desta forma, fica reduzida drasticamente a proteção dos cursos d'água, tendo em vista que a faixa ao longo deles é locada no que se entende ser o próprio corpo d'água, uma vez que o leito maior sazonal nada mais é do que o local onde as águas extravasam no período de cheias, correspondentes às planícies de inundação, também conhecidas como várzeas. Estas, situadas no leito sazonal maior, ficaram mais vulneráveis, pois parte delas corresponde à APP, ficando o restante sem nenhum tipo de proteção.

Outra observação quanto ao novo código florestal brasileiro é que foi retirado o caráter de intermitência do conceito de nascente, mantendo-se somente para olho d'água, sendo definidas como APP apenas as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50 metros. Com isto, uma vez que esta característica é muito presente no território brasileiro nas grandes cidades, resultará em menor proteção do recurso hídrico.

Destaca-se que no novo código florestal (BRASIL, 2012), a nascente é definida como afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade (abundante) e dá início a um curso d'água. Já o olho d'água, é o afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (não contínuo).

A nova Lei também não faz menção à proteção da bacia hidrográfica contribuinte. Tal detalhe é relevante, pois deixará de ser possibilitada a proteção adequada da área de recarga das nascentes, restringindo-a ao seu entorno imediato. Esta questão estava contemplada na Resolução CONAMA Nº 303 de 2002. A Tabela 1 mostra as alterações dos limites das APP's de cursos d'água segundo a largura do mesmo, conforme a Lei Federal nº 12.651 de 2012.

Tabela 1 - Alterações dos limites das APP's de cursos d'água segundo a largura do mesmo

Largura do curso d'água (m)	Entre 15/09/65 E 08/07/86 (a contar da faixa marginal do curso d'água)	Entre 08/07/86 E 20/07/89 (a contar da faixa marginal do curso d'água)	Entre 20/07/89 e 26/05/12 (a contar do nível mais alto do curso d'água)	De 26/05/12 em Diante (a contar da borda do nível regular)
até 10	5	30	30	30
entre 10 e 50	metade da largura do curso d'água	50	50	50
entre 50 e 100	metade da largura do curso d'água	100	100	100
entre 100 e 150	metade da largura do curso d'água	150	100	100
entre 150 e 200	metade da largura do curso d'água	150	100	100
entre 200 e 600	100	igual à largura do curso d'água	200	500
superior a 600	100	igual à largura do curso d'água	500	-

Fonte: BRASIL, 2012.

Observa-se na Tabela 1 que a Lei 12.651 (BRASIL, 2012) manteve o mesmo conceito dado para as APP's estabelecido no Código Florestal de 1965, considerando o caráter de preservação da área, independentemente de estar ou não coberta por vegetação nativa.

Mantém ainda as funções ambientais, como a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como de promover o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas. Porém, verifica-se alteração significativa ao estabelecer que as APP's de cursos d'água sejam contabilizadas da borda da calha do leito regular e não do seu nível mais alto. Desta forma, fica reduzida a proteção dos cursos d'água, pois a faixa ao longo deles é locada no que se entende ser o próprio corpo d'água, uma vez que o leito maior sazonal se caracteriza por ser o local onde as águas extravasam no período de cheias, correspondentes às planícies de inundação. Entretanto, o corpo d'água não pode ser entendido somente onde as águas correm na maior parte do tempo, tendo em vista que o seu leito, sazonalmente, varia, em função das chuvas.

Neste contexto, objetiva-se neste estudo avaliar a vulnerabilidade da área ribeirinha do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Poti, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil, a partir da cartografia da área e observação dos impactos existentes pelas formas de uso e ocupação da população. Para isso, realizou-se uma análise integrada dos aspectos naturais e socioeconômicos, como forma de subsidiar ações sustentáveis na perspectiva geográfica, para fins de planejamento territorial ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa, analisou-se a situação de exploração dos recursos naturais pelas formas de uso na área ribeirinha do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Poti, em contraposição às obrigações associadas ao estado de comando e controle estabelecidos pela legislação ambiental brasileira. Em todo o trabalho buscou-se fazer a adaptação das teorias às características ambientais da área em estudo.

Para o reconhecimento das características socioambientais da área de estudo, assim como identificação dos aspectos geoambientais e formas de uso dos recursos naturais, foram realizadas visitas *in loco* em alguns sítios da área de estudo, considerados essenciais para analisar as condições do solo, do rio, da vegetação e das formas de uso destes recursos pela população. Tais aspectos são consi-

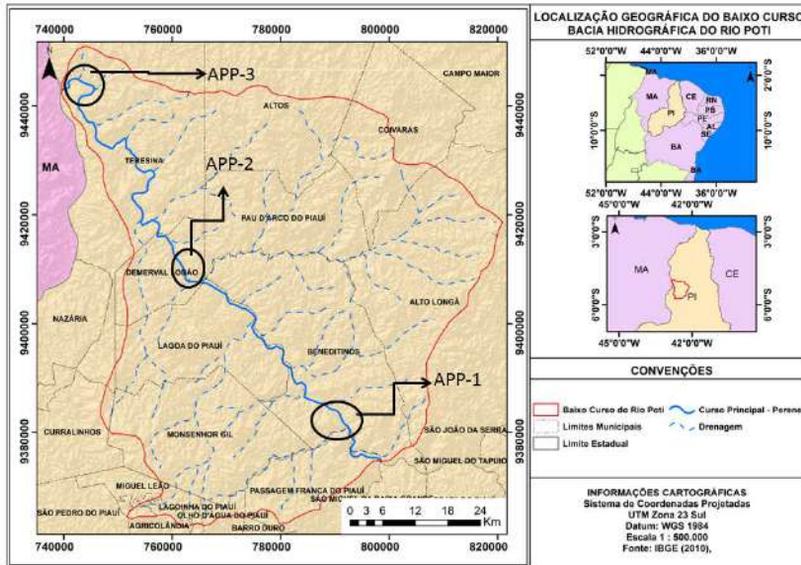
derados importantes para a avaliação da vulnerabilidade das áreas ribeirinhas.

O geoprocessamento possibilitou a constatação dos mecanismos de controle impostos aos elementos do sistema ambiental derivados de intervenções antrópicas diretas e indiretas, dando, portanto, respaldo à análise dos resultados.

A identificação dos alvos foi realizada por meio de análise visual das imagens. Considerou-se o padrão de resposta espectral caracterizado pelas diferentes tonalidades de cinza, representativas dos valores radiométricos dos pontos de imagem denominados “pixel”, e na associação de cores pelos canais coloridos, estabelecendo, deste modo, as composições coloridas.

Para avaliar as formas de uso e manejo das áreas ribeirinhas no baixo curso do rio Poti e seus impactos, foram delimitadas três áreas de APPs, sendo elas: AAP-1 em Beneditinos, próximo à foz do rio Berlangas (zona rural), APP-2 em Demerval Lobão (zona semiurbana), APP-3 na área urbana de Teresina, próximo à foz do rio Poti (Figura 1). As imagens foram georreferenciadas em coordenadas SIRGAS 2000, editadas nos *softwares SPRING 5.2.* usando a escala de 1:40.000.

Figura 1 - Localização das APPs no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Poti.



Elaborado por: Oliveira, 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O baixo curso do rio Poti localiza-se na porção centro-norte do Estado do Piauí, na área do médio Parnaíba. Corresponde a aproximadamente 8.605 Km² (cerca de 17,50% do total da bacia hidrográfica), entre as cidades de Beneditinos e Teresina. Quanto ao relevo, se caracteriza por ser do tipo ondulado a suave ondulado, apresentando predomínio da declividade de 3 a 20%.

Ao pesquisar a morfodinâmica do baixo curso do rio Poti, Lima e Augustin (2014) verificaram que em decorrência das características de declividade, o rio Poti em alguns trechos apresenta maior velocidade que em outros, devido à resistência litológica em alguns segmentos ser superior à sua capacidade de desgaste. Destacam também que o rio, em alguns trechos, apresenta maior desgaste por conta de fluxo temporário com as chuvas concentradas, de tal modo que o leito tende a aprofundar com o aumento da vazão. Por isso, é grande a quantidade de bancos de sedimentos aluviais encontrados ao longo de seu curso, que testemunham esse processo.

Quanto à estrutura geomorfológica, o baixo curso da bacia do rio Poti apresenta características do tipo aplainada degradada, com

predomínio de superfícies aplainadas conservadas, com altimetria variando entre 100 e 200 metros. As formas modeladas se apresentam com encostas retilíneas e topos horizontais, ocorrendo ora agrupadas, ora isoladas.

Conforme Oliveira (2018), no baixo curso do rio Poti há o predomínio de solos do tipo Plintossolo Argilúvio distrófico (38%), com maior presença no setor SE-N, entre os Municípios de Beneditinos e Altos. Seguido do tipo Plintossolos Pétricos concrecionários (25%), presente de SO-NO, entre os Municípios de Miguel Leão e Teresina.

O clima predominante na área em estudo, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw') com chuvas de verão e outono. Quanto ao escoamento, o rio Poti é do tipo semi-intermitente, assumindo um caráter permanente somente em seu baixo curso a partir da cidade de Beneditinos, a jusante de dois importantes tributários: o rio Sambito e Berlengas, bem como devido à presença de olhos d'água que alimentam o rio a partir deste trecho. A maior densidade demográfica desta bacia está na cidade de Teresina (OLIVEIRA, 2018).

A área de estudo apresenta transições vegetais entre caatinga, cerrado e floresta sub-caducifólia. Nas planícies fluviais do baixo curso do rio Poti, a carnaúba (*Copernicia prunifera*) é uma espécie muito presente, assim como o babaçu (*Attalea brasiliensis*).

Destaca-se que a área do BCRP é predominantemente rural (85%), onde a atividade agrícola é a principal fonte de renda e sobrevivência para a população local, que se utiliza de técnicas rudimentares (OLIVEIRA, 2018).

Na Tabela 2, observam-se as principais culturas agrícolas desenvolvidas nos municípios do BCRP, referentes ao ano de 2015 e com produção acima de mil toneladas. Dessas culturas, o arroz, a cana-de-açúcar, a mandioca, a melancia e o milho possuem produção do tipo temporária. Já os cultivos da banana e manga possuem produção do tipo permanente.

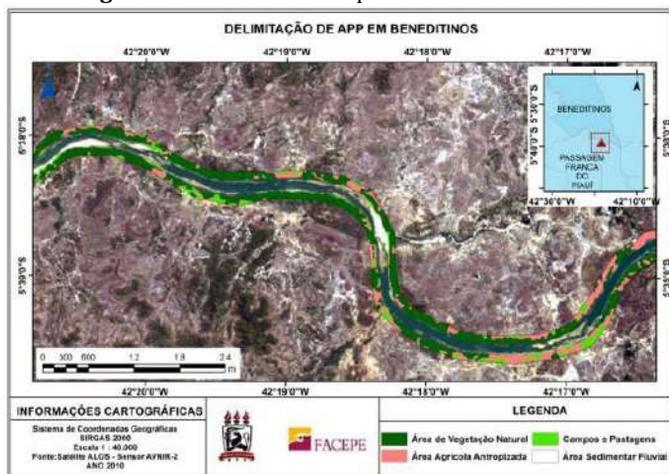
Tabela 2 - Principais cultivos agrícolas no baixo curso do rio Poti-Piauí

Cultivo agrícola	Total 2015 (toneladas)	Maior produtor/Município
Arroz	1.738	Monsenhor Gil com 499 t
Cana-de-açúcar	201.649	Teresina com 200.930 t
Mandioca	7.589	Monsenhor 5.000 t
Melancia	5.472	Pau D'arco do Piauí com 1.000 t
Milho (em grão)	1.988	Teresina com 525 t
Banana	1.030	Teresina com 602 t
Manga	1.612	Teresina com 440 t

Fonte: IBGE (2016).

Em visita de campo, verificou-se que as margens do rio Poti encontram-se desmatadas ou degradadas em muitos trechos em decorrência do intenso uso para agricultura de vazante. Tal fato compromete a recuperação dessa área tão importante para a conservação do rio, proporcionando consequências negativas para o ecossistema aquático. Nas Figuras 2, 3 e 4 se observam os impactos existentes nas áreas ribeirinhas no baixo curso do rio Poti em função das formas de uso e manejo.

Figura 2 - AAP-1 no Município de Beneditinos-Piauí



Elaboração: Oliveira, 2016.

Figura 3 - APP-2 em Demerval Lobão-Piauí



Elaboração: Oliveira, 2016.

Figura 4 - AAP-3 no Município de Teresina-Piauí



Elaboração: Oliveira, 2016.

Conforme o novo código florestal (BRASIL, 2012), a APP no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Poti deve possuir limite de 100 metros de largura de suas margens. Com base nas observações das APPs 1 e 2 (Figuras 2 e 3), localizadas na zona rural de Beneditinos e Demerval Lobão respectivamente, verifica-se que estas encon-

tram-se bastante antropizada por atividades agrícolas e por uso de pastagens, principalmente para caprinos e bovinos, o que favorece o pisoteio no solo e, conseqüentemente, processos erosivos e assoreamento do rio.

No município de Demerval Lobão, o uso da APP para atividades agrícolas chega a ser mais intenso do que em Beneditinos, sendo comum o uso da técnica de vazante, devido principalmente ao baixo nível do leito do rio Poti, que possui baixa vazão durante a maior parte do ano, tendo em vista as condições climáticas na região, que proporcionam precipitação somente entre os meses de janeiro a março.

Em Demerval Lobão, a sedimentação fluvial também é mais intensa do que em Beneditinos, ocupando o leito regular do rio e formando grandes bancos de areia, como pequenas ilhas, onde se observa na Figura 3, a formação de vegetação natural. Isso ocorre principalmente devido ao desmatamento das margens do rio para a prática da cultura de vazante de milho, melancia, arroz, dentre outras (Figura 5). Tal atividade ocorre em decorrência destas áreas apresentarem solos propícios para desenvolvimento da agricultura de ciclo curto. Contudo, o manejo inadequado dos recursos naturais, na margem do rio oferece riscos ao ecossistema.

Figura 5 - Cultivo na margem do baixo curso do rio Poti, Piauí, Nordeste do Brasil



Foto: Oliveira, 2015.

Observa-se na Figura 5-A a retirada da vegetação ribeirinha no período de baixa vazão do rio para o cultivo de produtos usados tanto para a subsistência do pequeno agricultor, quanto para a comercialização. Verifica-se também que a prática rudimentar utilizada para o manejo do solo tem comprometido a sustentabilidade dos recursos explorados no decorrer do tempo. Na Figura 5-B

é possível observar que a vegetação ribeirinha foi queimada para o plantio de melancia. Tal prática, além de retirar os nutrientes do solo, compromete a capacidade desse ambiente se restabelecer em longo prazo, além de deixar o solo vulnerável ao processo erosivo.

Reconhece-se que o fogo é uma das maneiras mais fáceis e econômicas de retirada da vegetação de um terreno, de combater certas pragas ou moléstias. Entretanto, nas margens do rio o prejuízo ocasionado pelas queimadas na destruição da matéria orgânica compromete a fertilidade do solo que a natureza levou anos para formar, elimina os microrganismos do solo, volatiliza as substâncias necessárias à nutrição das plantas, deixa o solo desnudo, aumentando a erosão e diminuindo a produção (BERTONI; LOMBARDI, 2010; MARTINS *et al.*, 2011).

Assim, o processo de expansão agrícola é considerado um dos fatores que mais causam danos ambientais às áreas ribeirinhas, como a destruição e ocupação de habitats e a extinção de espécies, além de causar a contaminação da rede hidrográfica por agrotóxicos e outros insumos.

No município de Teresina, optou-se por selecionar uma área próxima à foz do rio Poti, localizada entre a área de proteção ambiental no bairro Mocambinho e a foz do rio no bairro Poty Velho (Figura 4). Destaca-se que em Teresina o rio Poti perpassa todo o núcleo urbano da cidade, num percurso aproximado de 35 km. Há na cidade um deficiente sistema de esgotamento sanitário, que abrange aproximadamente 17% das residências. Tal situação contribui para o lançamento dos efluentes domésticos neste rio, que somado à baixa vazão no período de estiagem, provoca a proliferação de aguapés (plantas aquáticas indicadoras de alta concentração de nutrientes orgânicos e inorgânicos do gênero *Eicchornia*) e sua eutrofização.

O crescimento desordenado de Teresina teve como consequência a ocupação de áreas impróprias para habitação, como a margem do rio Poti na zona norte da cidade, comprometendo o ecossistema aquático. Identifica-se também na APP-3 que a margem do rio é muito utilizada para campos e pastagem, assim como para a construção de moradias, principalmente no bairro Poty Velho, próximo à foz.

Segundo o IBGE (dados de 2014), Teresina apresenta uma densidade demográfica de 584,94 hab./km², possuindo uma população

aproximada de 840.600 habitantes, com 94,27% da população vivendo na área urbana e 5,73% vivendo na zona rural. Dessa forma, em função do acelerado processo de urbanização ocorrido nos últimos anos, Teresina tem crescido acima da sua capacidade de atender às necessidades sociais de seus habitantes. Frente a essa realidade, a ocupação das margens dos rios e o surgimento de bairros foram acompanhados de um grande número de loteamentos irregulares construídos em áreas impróprias para habitação, como a margem dos rios, lagoas e encostas, o que tem ocasionado problemas de drenagem, erosão do solo, intensificação do assoreamento dos rios, além da disseminação do lixo no solo e na água.

Em Teresina, a verticalização da cidade na margem do rio Poti, como da Avenida Marechal Castelo Branco no bairro Ilhotas, e a expansão das habitações residenciais em áreas alagadas da cidade, que possuíam uma camada vegetal expressiva, como é o caso da margem direita do rio Poti, que se tornaram pontos estratégicos para o comércio com a construção de dois *shoppings centers*, edificados sobre aterros em área de lagoa. Essas áreas, anteriormente serviam para o controle do escoamento, filtragem e absorção natural da drenagem urbana que escoava para o rio, ajudando a controlar o problema das cheias nas áreas ribeirinhas, pelo controle da vazão do rio.

Verifica-se assim, a vulnerabilidade das áreas ribeirinhas nas margens do rio Poti no seu baixo curso, em detrimento da exploração antrópica, tanto na área rural, quanto na área urbana. Entretanto, na área urbana a capacidade de recuperação do ambiente torna-se mais reduzida em comparação à área rural por haver maior comprometimento dos recursos naturais existentes, diminuindo sua capacidade de recuperação diante das formas de uso e ocupação do solo, um importante componente na resiliência do ambiente numa bacia hidrográfica.

Já na área rural, a utilização de técnicas sustentáveis de manejo do solo e da vegetação pode favorecer a recuperação do ambiente de curto a médio prazo, sendo, contudo, necessário o acompanhamento de profissionais para que se alcance a recuperação adequada dos recursos naturais.

Destaca-se também que a supressão da vegetação ribeirinha ocasiona grandes impactos, como a erosão nas margens, provocan-

do a perda de grandes volumes de solo em taludes do rio, o que traz prejuízos socioeconômicos para os pescadores, devido à diminuição e/ou desaparecimento do pescado, bem como prejuízos ambientais como assoreamento do rio, com a redução da macro e microbiota que habita dentro e fora do rio, comprometendo os benefícios ambientais promovidos pelo rio Poti, que garante a sua necessária resiliência e equilíbrio dinâmico.

A vegetação riparia é bastante diversa, contendo um número variado de espécies, entretanto, existe ainda uma carência de conhecimento no que diz respeito à sua interação com as condições ambientais e especialmente hidrológicas na bacia hidrográfica (ZAKIA, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Destaca-se ainda, que o papel desempenhado pela mata ciliar na hidrologia da bacia hidrográfica pode ser verificado, com mais facilidade, em termos da qualidade da água do deflúvio, que geralmente ocupa as áreas mais sensíveis da bacia, como as margens da rede hidrográfica. Sua presença concorre tanto para diminuir a ocorrência de escoamento superficial, que pode causar erosão e arraste de nutrientes e de sedimentos para os cursos d'água, quanto para desempenhar um efeito de filtragem superficial e subsuperficial da água que flui para os canais.

Dessa forma, verifica-se que as áreas ribeirinhas são extremamente importantes para a sustentabilidade do ambiente numa bacia hidrográfica, pois constituem condição básica, mas não suficiente, para garantir a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos, além de fornecerem forragem para animais domésticos e habitat importante para muitas espécies da vida selvagem (SANTOS, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das APPs estudadas, constatou-se que a vulnerabilidade do ambiente é menor nas áreas rurais, nas APPs 1 e 2, onde o ambiente pode ter condições de recuperação, desde que acompanhada do manejo sustentável dos recursos naturais. Já no ambiente urbano, a intensa ocupação e manejo inadequado das áreas ribeirinhas têm comprometido o ecossistema, tornando o ambiente mais vul-

nerável, em decorrência da exploração insustentável dos recursos. Dessa forma, é recomendável haver um planejamento em longo prazo para sua possível recuperação.

Constata-se que as APPs são também ambientes extremamente importantes sob o aspecto da manutenção do equilíbrio da dinâmica do sistema hídrico, assim como do equilíbrio ecológico, por funcionarem como importantes controladoras de enchentes e das forças erosivas do escoamento superficial de águas pluviais.

As atividades desenvolvidas na área em pesquisa, com exceção da cidade de Teresina, em sua maior parte são para a manutenção de pequenos produtores agrícolas, cujas técnicas rudimentares podem comprometer o ambiente utilizado. Nota-se, em geral, que estes produtores realizam a queimada da vegetação, sem qualquer preocupação conservacionista. Visto isto, o uso indiscriminado do fogo, do pastoreio esgotante e desmatamento descontrolado provocam um desequilíbrio ecológico, alterando o ciclo hidrológico.

Outra ação necessária para alcançar a proteção do ambiente é buscar controlar a erosão, com práticas que reponham os elementos nutritivos, controlem a combustão de matéria orgânica, diminuam a lixiviação, controlando as causas de depauperamento do solo.

Agradecimentos: À CAPES e à FACEPE pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** 2012.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 7. ed. São Paulo, Ícone, 2010. 355p.

COELHO, R. C. T. P.; BUFFON, I.; GUERRA, T. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 6, n. 1, 2011, p. 104-117.

FEKETE, A.; DAMM, M.; BIRKMANN, J. Scales as a challenge for vulnerability assessment. **Natural Hazards**, v. 55, n. 3, 2010, p. 729-747.

FOLKE, Carl. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, 2006, p. 253-267.

FRAZIER, T. G.; THOMPSON, C. M.; DEZZANI, R. J. A framework for the development of the SERV model: A Spatially Explicit Resilience-Vulnerability model. **Applied Geography**, v. 51, 2014, p. 158-172.

HOQUE, Y. M.; TRIPATHI, S.; HANTUSH, M. M.; GOVINDARAJU, R. S. Watershed reliability, resilience and vulnerability analysis under uncertainty using water quality data. **Journal of Environmental Management**, n. 109, 2012, p. 101-112.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IORIS, A. A. R.; HUNTER, C.; WALKER, S. The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland. **Journal of Environmental Management**, v. 88, 2008, p. 1190-1201.

LIMA, Iracilde M. de M. F.; AUGUSTIN, Cristina H. R. R. Bacia Hidrográfica do Rio Poti: dinâmica e morfologia do canal principal no trecho do baixo curso. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 20, 2014.

MAROTTA, H; SANTOS, R. O. dos; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Revista Ambiente e sociedade**. v. 11, n. 1. Campinas, jan./jun. 2008.

MARTINS, S. G.; SÁ, M. A. C. DE; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M.; OLIVEIRA, A. H.; NÓBREGA, J. C. A.; AVANZI, J. C. Soil erosion as a result of phosphate fertilization on estimated aggregate stability in a typical Acriferric Red Latosol. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, out. 2011, p. 1297-1306.

MODDEMEYER, S. Sustainability is dead: long live sustainability. **Water**, v. 21, 2015, p. 12-14.

MUGUME, S. N.; GOMEZ, D.; FU, G.; FARMANI, R.; BUTLER, D. A global analysis approach for investigating structural resilience in urban drainage systems. **Water Research**. n. 81, p. 15-26, 2015.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano - Um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001. 236p.

OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico química do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, 2010, p. 1281-1287.

OLIVEIRA, L. N.; SILVA, C. E. Qualidade da água do rio Poti e suas implicações para atividade de lazer em Teresina-PI. **Revista Equador**, v. 3, n. 1, jan./jun. 2014, p. 128-147.

OLIVEIRA, L. N. **Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí)**. 2018. 131f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018.

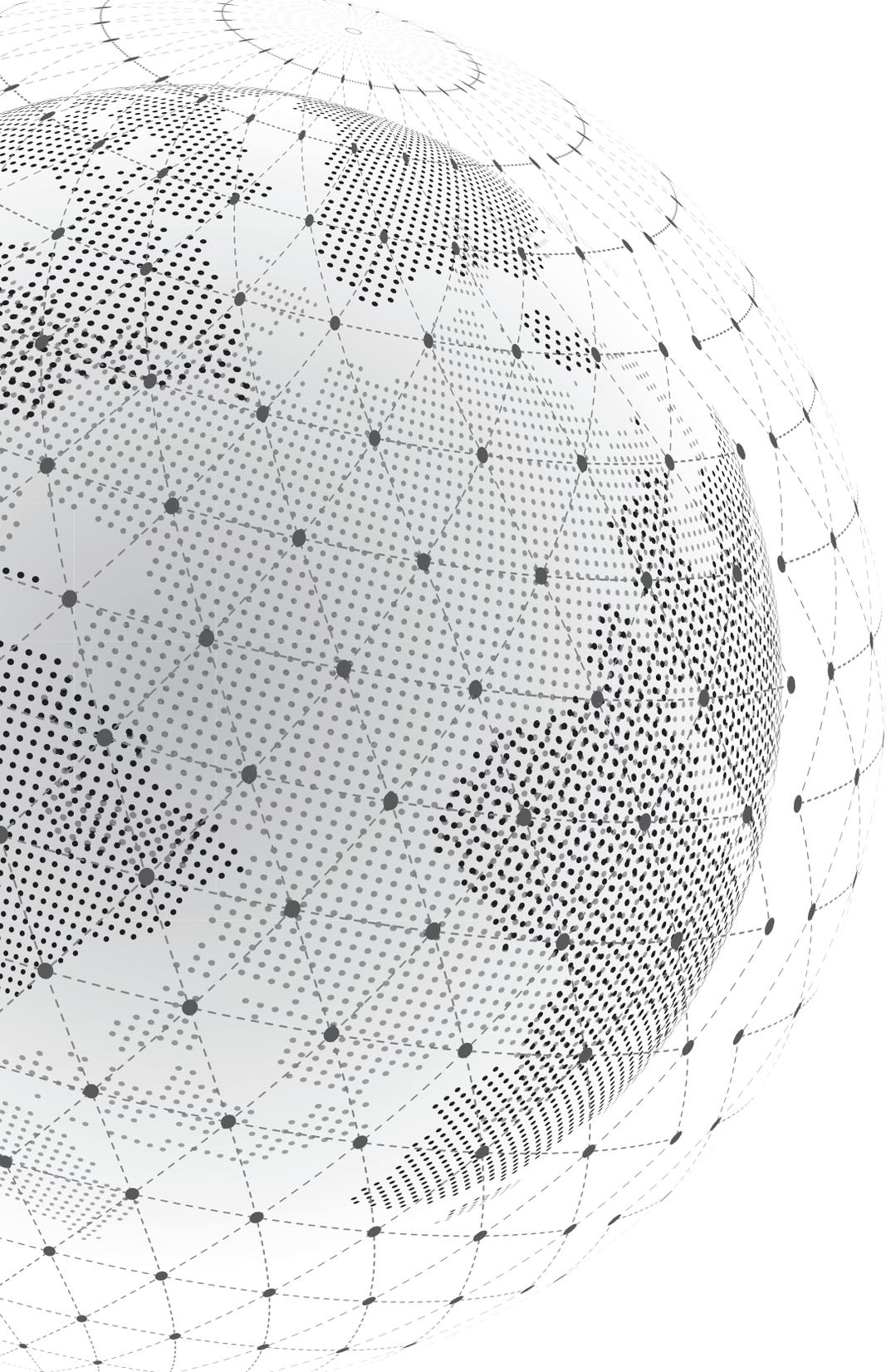
SANTOS, I.F. Índice de sustentabilidade em zona ribeirinha na bacia hidrográfica do riozinho do Rôla, Rio Branco, Acre. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental - RBGA**, Pombal - PB - BRASIL, v. 7, n. 1, jan./mar. 2013, p. 47-55.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da C. (Org.). **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 399-432.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, 2008.

VOLLMER, D.; PRESCOTT, M. F.; PADAWANGI, R.; GIROT, C.; GRÊT-REGAMEY, A. Understanding the value of urban riparian corridors: Considerations in planning for cultural services along an Indonesian river. **Landscape and Urban Planning**, v. 138, Jun. 2015, p. 144-154.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental**: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas. Tese. Programa de pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos-SP, 1998. 98p.



RELAÇÃO SOLO-PAISAGEM DA ZONA
LESTE DE TERESINA/PI E USO DE
MICROMONÓLITOS COMO FERRAMENTA DE
ENSINO



Guilherme de Sousa Silva
Gustavo Souza Valladares

INTRODUÇÃO

O estudo da paisagem é algo indispensável na ciência geográfica, pois constitui um de seus principais objetos de análise. A paisagem é composta por elementos naturais e/ou construídos pelo homem que interagem entre si, resultando em várias combinações que provocam constantes mudanças e variações na paisagem (BERTRAND, 2004).

O solo se apresenta na paisagem como um componente natural que tem grande relevância em sua constituição e fundamental importância para os componentes construídos pelo homem. Ele constitui a base física indispensável para o desenvolvimento de qualquer comunidade viva (SANTOS *et al.*, 2018).

A relação solo-paisagem pode definir variações significativas no solo de acordo com a posição em que se apresenta na paisagem, refletindo a influência significativa do relevo e, conseqüentemente, da drenagem. A drenagem muda de acordo com as porções da paisagem (terço superior, médio e inferior) e isso influencia no tipo de solo de cada porção (LEPSCH, 2016).

Nessa perspectiva, a análise de topossequência do solo constitui estudo que visa compreender a variação dos tipos de solos de acordo com sua localização na paisagem e facilita o entendimento sobre a gênese, atributos dos solos e sua variação quanto ao tipo. Nesse sentido, Coelho, Lepsch e Menk (1994), estudando as relações solo-relevo em uma encosta com transição arenito-basalto em Jaú (SP), afirmam que existem variações nas distribuições das classes de solos ao longo de uma topossequência, função principalmente das expressões e disposição do relevo. Meireles *et al.* (2012) também analisaram a relação solo-paisagem em uma topossequência de origem basáltica na região de Batatais (SP) e concluíram que os solos oriundos de basalto apresentaram atributos físicos e químicos com comportamento dependente das formas do relevo. Outro exemplo de relação solo-relevo como componentes da paisagem ocorre no litoral do Piauí (CABRAL *et al.*, 2019).

Em relação à elaboração de material didático para o ensino de solos, os monólitos de solos constituem metodologia pertinente para facilitar o entendimento dos alunos sobre as características e atributos morfológicos dos diferentes tipos de solos.

Quanto ao tamanho dos monólitos, existem duas escalas: (i) os micromonólitos, com dimensões pequenas, geralmente de poucos centímetros cúbicos, e (ii) os macromonólitos, que representam perfis de solos em tamanho natural (MARQUES *et al.*, 2011).

Na Pedologia, o termo monólito é utilizado para denominar uma secção vertical e tridimensional de um perfil de solo removido de seu local de origem para fins de estudo ou exposição, sendo sua estrutura natural preservada.

Em relação aos micromonólitos, esses são obtidos através da coleta de pequenas amostras indeformadas, retangulares, de cada horizonte, de forma a representar todo um perfil de solo com suas principais características preservadas. As amostras são coladas em um pedaço de papelão ou papel, na ordem em que ocorrem naturalmente no perfil, e ao lado de cada peça deve ser transcrita a descrição morfológica do horizonte correspondente (KIEHL, 1979).

A partir do uso de monólitos para representar os solos de uma topossequência, é possível manter várias características morfológicas, como cor, estrutura, concreções, presença de raízes, nódulos, entre outros. Como a elaboração de monólitos necessita de materiais e equipamentos que requerem maior investimento financeiro, surge o micromonólito como alternativa viável para representar os solos em secção vertical para estudo, pois na sua elaboração os custos são baixos em relação aos monólitos. Nessa perspectiva, Kiehl (1979) demonstra todos os procedimentos a serem seguidos para a confecção de micromonólitos e sua importância como material didático.

Diante disso, surgiu o interesse de se conhecer os solos de uma topossequência do município de Teresina, estado do Piauí, quanto aos seus atributos morfológicos e relação com a paisagem em que se encontra. Como a cidade constitui um espaço relativamente grande para a abrangência do trabalho, a paisagem da zona leste da cidade se mostra como objeto de estudo mais viável.

A área de estudo consiste numa topossequência, localizada no Campus Universitário Ministro Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí.

O estudo tem como objetivo analisar a relação solo-paisagem dos diferentes tipos de solos de uma topossequência da zona leste

de Teresina e empregar micromonólitos como ferramenta para o ensino de solos.

O SOLO COMO COMPONENTE DA PAISAGEM

O solo é um conjunto de corpos naturais constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte superficial das extensões continentais do planeta. O solo contém matéria viva e pode ser vegetado na natureza onde ocorre e, eventualmente, ter sido modificado por interferências causadas pelo homem (SANTOS *et al.*, 2018).

O solo, como qualquer outro corpo, possui limites. Seu limite superior é a nossa atmosfera. Os limites laterais são os contatos com corpos d'água superficiais, rochas, gelo, áreas com coberturas de materiais detríticos inconsolidados, aterros ou com terrenos sob espelhos d'água permanentes. No limite inferior ele passa gradualmente, em profundidade, para rocha dura ou materiais saprolíticos que não apresentam sinais de atividades animal, vegetal ou outras indicações que caracterizem a presença de atividade biológica (SANTOS *et al.*, 2018).

Todo solo possui seu perfil, que é um conjunto de todos os horizontes genéticos e/ou camadas, acrescidos do material mineral subjacente pouco ou nada transformado, e do manto superficial, composto por resíduos orgânicos que influenciam a gênese e o comportamento do solo. E dentro do perfil estão os horizontes, que são partes deste, geralmente paralelos à superfície do terreno, resultantes da atuação dos processos pedogenéticos. Os horizontes são geneticamente relacionados entre si dentro de um perfil e indicam modificações dominantes a partir do material que deu origem ao solo (SANTOS *et al.*, 2005).

Por sua vez, as camadas “são partes de um perfil do solo, mais ou menos paralelas à superfície do terreno pouco ou nada afetadas pelos processos pedogenéticos” (SANTOS *et al.*, 2005, p. 1). As descrições do solo no campo são realizadas seguindo uma metodologia para delinear suas características, através do estudo e da análise do solo em condições naturais (SANTOS *et al.*, 2005).

Em relação à paisagem, essa pode ser entendida como a combinação entre as feições da superfície da terra e os componentes de subsuperfície, no caso, o material de origem, tendo em vista que o solo é um corpo natural tridimensional e dinâmico que está inserido na paisagem, possuindo intrínseca relação entre ambos (PENNOCK; VELDKAMP, 2006).

Dentro dos componentes da paisagem tem-se o solo, que constitui a base física e a partir do qual é possível fazer inferência a topossequência. Foi Milne (1936) que sugeriu o conceito de topossequência, dizendo que as mudanças na paisagem interferem na distribuição e ordenamento dos solos.

Posteriormente, Bocquier (1973) definiu topossequência como uma sequência de tipos diferentes de solos distribuídos de maneira regular e sistemática na paisagem de acordo com a topografia de uma área.

A relação solo-paisagem pode ser entendida como o padrão de distribuição espacial dos atributos do solo e suas relações de dependência com a disposição do relevo (BUI; LOUGHEAD; CORNER, 1999). Nesse sentido, Carré e McBratney (2005) afirmam que a relação solo-paisagem é o somatório entre o solo e a paisagem definido no tempo e espaço, ou seja, é o conjunto dos atributos do solo e da paisagem e a interação que ambos possuem.

De acordo com Campos (2012), apesar de não existir registro de estudos sobre a relação solo-paisagem, acredita-se que esses estudos foram iniciados pelo russo Vaseli V. Dockuchaevev, no final do século XIX, pois percebe-se que seu modelo englobava o relevo como fator de formação dos solos.

As relações entre solo-paisagem são importantes estudos para detalhar os atributos do solo, mapeamento e levantamento de solos, visto que a associação entre os atributos topográficos, como declividade do terreno, a orientação e a curvatura da superfície terrestre; e as classes de solos são potencialmente úteis para melhorar o prognóstico da ocorrência dos tipos de solos nas paisagens (CAMPOS; CARDOZO; MARQUES JÚNIOR, 2006). Em conformidade com Motta *et al.* (2002), os estudos da relação solo-paisagem podem subsidiar levantamentos de solos, e dessa maneira constituindo um poderoso instrumento de predição da feição pedológica de

áreas ainda não conhecidas, ao permitir a identificação da toposequência típica e o entendimento da distribuição espacial e das características dos solos de uma região.

Sommer (2006) atenta que a relação solo-paisagem favorece melhor a compreensão e entendimento dos solos na paisagem por dois aspectos principais, que são: (i) perceber a variabilidade espaço-temporal dos atributos do solo e, (ii) permitir melhor visualização dos processos dinâmicos, por exemplo, transporte de água e sedimentos.

Em estudo anterior, Hudson (1992) fez algumas considerações importantes sobre o assunto, afirmando que a relação solo-paisagem refere-se ao uso das formas do relevo para predizer as variações transversais do solo na paisagem. Ele também estabelece alguns paradigmas sobre a questão: (I) dentro de uma unidade solo-paisagem ocorre interação entre os cinco fatores de formação dos solos em diferentes magnitudes, resultando em diferentes tipos de solos; (II) os solos dentro de uma mesma unidade solo-paisagem são mais similares quando comparados com solos em outras unidades; (III) áreas com as formas do relevo semelhantes também apresentaram uma associação de solos com características similares; (IV) áreas adjacentes de diferentes unidades solo-paisagem apresentam relações espaciais; (V) uma vez que as quantidades de solos e as unidades de paisagem são determinadas na área, o tipo de solo pode ser inferido pela identificação das unidades solo-paisagem.

Sobre a distribuição do solo na paisagem, Pennock (2003) destaca que essa ocorre em função dos processos de erosão e deposição de sedimentos. Briggs, Busacca e McDaniels (2006) consideram mais fatores nessa distribuição, enfatizando que a distribuição dos solos nas paisagens é complexa e controlada pelos processos pedogenéticos, processos de transporte e acúmulo de sedimentos, idade, vegetação, precipitação e temperatura. Seibert, Stendahl e Sørensen (2007) dão grande destaque para a topografia, dizendo que ela é o maior fator controlador tanto dos processos hidrológicos quanto dos processos de formação da paisagem.

Também destacando a grande influência do relevo no comportamento do solo, Demattê, Mazza e Demattê (1996) afirmam que à medida que se dirige da posição mais alta para a posição mais baixa,

haverá maior concentração de umidade nesta direção, ocasionada pelo escoamento superficial e também pelo fluxo subsuperficial, o que poderá influenciar diretamente no processo genético dos solos que ali ocorrem.

Ao seguir esse mesmo raciocínio, Thompson, Pena-Yewtukhiw e Grove (2006) enfatizam que o comportamento dos atributos do solo de uma área é governado pelos componentes da paisagem, dentre eles, altitude, declividade e curvatura do terreno, que resultam em mudanças nos processos pedogenéticos.

MONÓLITOS NO ENSINO DE SOLOS

Apesar de sua importância, o solo ainda é um tema pouco abordado, quer seja no ensino formal, seja nas práticas educativas informais desenvolvidas nas escolas, sendo geralmente desconsiderado e pouco valorizado no Ensino Básico e diante de outros elementos naturais, como a água, o ar e a vegetação (SANDALOWSK, 2012).

Mesmo sendo pouco abordado, existem atualmente várias propostas de material didático que trabalham com o conteúdo solos, construídas para a disciplina de Ciências e dirigidas à educação básica, como a produção de maquetes, jogos, apresentação de experimentos, entre outros (FALCONI, 2004).

Além de se direcionarem a níveis semelhantes de ensino, ambas as propostas têm em comum o fato de suas atividades fundamentarem-se numa perspectiva mais morfológica do solo, ou seja, parte dos dados morfológicos, para abordar os outros conhecimentos relativos aos solos (FALCONI, 2004).

A produção de materiais didáticos para o ensino de solos constituiu-se como atividade facilitadora e auxiliadora na compressão de conteúdos trabalhados. A utilização de monólitos como ferramenta didática para o ensino em solos tem apresentado bons resultados devido à retomada da discussão sobre a situação do ensino de solos no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O uso de monólitos como recurso didático visa facilitar a visualização e/ou estudo de características morfológicas do solo (cor, estrutura, espessura, horizontes, concreções, nódulos, porosidade

e muitas outras) e da vegetação (raízes, rizomas) ou das relações solo/planta/atmosfera em ambiente protegido ou controlado, uma vez que nem sempre é possível o exame de perfis de solo *in situ* (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A partir de uma coleção de monólitos é possível perceber a variação espacial e temporal dos solos ao longo de uma topossequência como representações fidedignas das diversas classes de solos presentes numa área ou região. Os monólitos são objetos valiosos, sendo melhores que fotografias, para apresentar alguns dos principais atributos morfológicos dos solos, como cor, estrutura e transição entre os horizontes (BAREN; BOMER, 1979).

Em conformidade com Marques *et al.* (2011), os monólitos consistem em representações bastante reais dos diferentes tipos de solos presentes em uma região, podendo demonstrar informações sobre as suas potencialidades e limitações. Além disso, os monólitos podem exercer a função de um banco de dados de referência para o desenvolvimento de pesquisas sobre os solos e serem excelentes instrumentos didáticos.

Pedron e Dalmolin (2009) consideram que os monólitos de solos são importantes porque permitem a observação e análise de características morfológicas de diferentes tipos de solos em um mesmo ambiente, facilitando a aprendizagem dos estudantes sobre a Ciência do Solo.

Diante do que foi exposto, percebe-se a importância de se estudar a relação solo-paisagem para entender as características do solo e a elaboração de micromonólito como potencial para o ensino de solos, que vem se constituindo um material didático pertinente.

METODOLOGIA

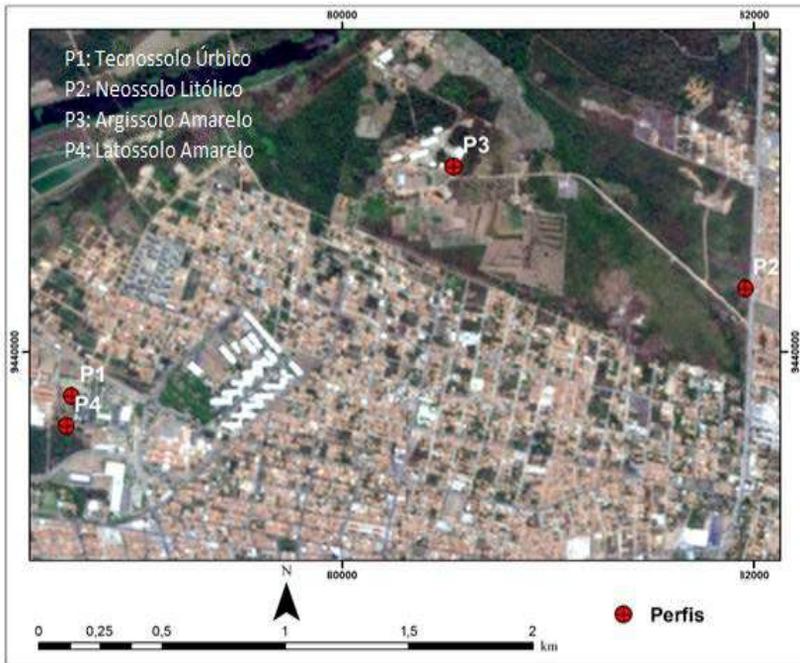
Caracterização da área de Estudo

A área de estudo corresponde a uma topossequência (Figura 1) e localiza-se na zona leste do município de Teresina, dentro do Campus Universitário Ministro Petrônio Portella da Universidade Federal do Piauí, entre as coordenadas 42^o46'7,600'' W e 5^o3'9,310'' S

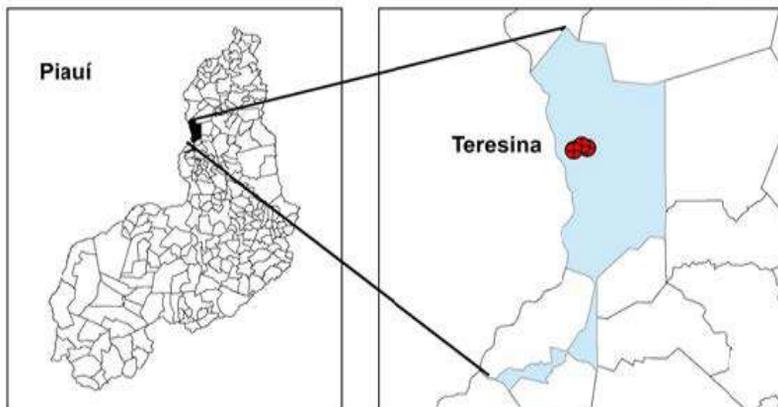
(terço superior, 108m) e 42°47'54,090'' W e 5°3'30,780'' S (terço inferior, 70m). A figura 2 apresenta o perfil topográfico da topossequência estudada.

Teresina está assentada sobre a Formação Geológica Pedra de Fogo do período Permiano (entre 298 e 250 milhões de anos atrás), pertencente à bacia sedimentar do Parnaíba, e sua litologia é basicamente composta por arenitos, siltitos e folhelhos (RADAMBRA-SIL, 1973). Sua vegetação é predominantemente floresta decidual secundária mista e cerrado, com ou sem babaçu (MORAES, 2004).

Figura 1 - Localização dos perfis da topossequência do Campus Universitário Petrônio Portela na zona leste de Teresina



Fonte: Geocatálogo-MMA



Fonte: IBGE

Figura 2 - Perfil topográfico da topossequência do Campus Universitário Petrônio Portela na zona leste de Teresina



Fonte: Os autores (2019).

A ação antrópica é percebida na área, pois existem em alguns pontos aterros, cortes, e empréstimos de materiais para construções e remoção da vegetação primária.

Apresenta um relevo de superfície intensamente retrabalhado pela drenagem, com morros residuais. Corresponde às formas modeladas sob intensos processos erosivos, diretamente sobre a Formação Pedra de Fogo, correspondendo à faixa de altitudes entre 70 e 100 metros (LIMA, 2011).

Os solos na maior parte dessa área são LATOSSOLOS e, em menor proporção, ARGISSOLOS nas áreas que apresentam maior declividade (MORAES, 2004).

De acordo a classificação de Köppen, o clima da capital do Piauí corresponde ao tipo Tropical com chuvas retardadas para outono (Aw'), tendo apresentado média anual de precipitação de 1.350 mm no período 1980-2006; de evapotranspiração de referência 4,9 (Penman-Monteith - mm); 28,4 °C de temperatura e 72% de umidade relativa do ar. Ao considerar a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), o clima de Teresina é caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão e uma concentração de 32,1% da evapotranspiração potencial no trimestre setembro-outubro-novembro. Para o período de 1980 a 2007 foram encontrados os índices de Aridez de 55,5%, o de umidade de 13,3% e o índice hídrico de 20% (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR., 2007).

Procedimentos metodológicos

Com o objetivo de analisar a relação solo-paisagem da área e elaborar micromonólitos como potencial para o uso dos dados obtidos para fins diádicos, foram seguidos alguns passos específicos.

Primeiramente, o procedimento metodológico consistiu na identificação e caracterização dos solos presentes na área de estudo. Os pontos selecionados foram do terço superior até o terço inferior da paisagem, que constituem uma topossequência. Na elaboração do trabalho, foram selecionados 04 pontos específicos e realizada uma classificação expedita do solo. Para isso, fez-se necessário a abertura de trincheiras ou cortes em barrancos em profundidades adequadas para caracterizar os atributos morfológicos do solo e material adequado para a produção dos micromonólitos.

Os perfis foram descritos em fichas com as propriedades detectadas pelos sentidos da visão e tato, que são diferenciados basicamente pela variação perceptível das características morfológicas, como a cor, textura, estrutura, espessura dos horizontes, plasticidade, entre outras, que foram avaliadas em conjunto. Além disso, foi necessário observar e descrever informações do relevo local, vegetação, altitude e erosão como forma de contribuir para uma melhor análise da relação do solo com a paisagem da área de estudo. Todas as descrições dos perfis seguiram os padrões do sistema brasileiro de classificação de solos-SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018) e do manual de descrição e coleta de solos no campo (SANTOS *et al.*, 2005). Também, devido à presença de solo que sofreu ação antrópica na sua formação, baseou-se na metodologia WRB- *Word Reference Base for Soil Resources* da FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

Para a elaboração dos micromonólitos, fez-se necessário seguir a metodologia descrita por Kiehl (1979) (Figura 3), que cita os seguintes materiais para o preparo das amostras:

- Coletor de micromonólitos e suporte de madeira;
- Cartolina ou papel simples;
- Papelão;
- Faca e martelo pedológico;
- Cola à base de acetato de polivinil (PVA); e
- Cola rarefeita à base de PVA.

Figura 3 - Fotografias dos materiais utilizados na coleta e do procedimento.

A - Material utilizado: martelo, faca, cola, papel e amostrador;

B - Amostrador preparado para a coleta do material;

C - Procedimento de coleta da amostra de solo;

D - Solo coletado no formato adequado para elaboração do painel na cartolina ou papelão



Fonte: Fotografias tiradas por Marina Hassum Valladares (2020).

Como método, foram seguidos os seguintes passos:

Colocou-se o bloco de madeira dentro da peça metálica do coletor de amostras;

Passou-se a cola, à base da PVA, em um pedaço de cartolina ou papel simples que se encaixasse adequadamente dentro do coletor;

Aplicou-se o coletor contra a parede do perfil, que deve ser previamente preparada;

Bateu-se com o martelo pedológico até que o espaço vazio, deixado pelo bloco de madeira (5 mm), fosse totalmente preenchido pelo material do solo;

Utilizou-se a faca para cortar e remover a terra em torno da peça metálica;

Descolocou-se o coletor, que trouxe consigo a amostra;

Ao empurrar o bloco de madeira para fora da peça metálica, ele expôs a amostra, que foi colada em um papelão ou cartolina previamente preparada com a descrição morfológica de cada horizonte do perfil de solo; e

Depois que todas as amostras foram coladas na cartolina ou papelão, aplicou-se com um pincel a cola rarefeita a base de PVA sobre as amostras, diversas vezes até que a cola diluída com água (50% cola e 50% água) fosse mais absorvida pela amostra. Por último, deixamos as amostras secarem em local ventilado.

Para interpretação dos resultados, fez-se necessário utilizar figuras e quadro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao seguir a metodologia descrita anteriormente, chegou-se como resultado a seguinte classificação dos solos na topossequência: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (perfil 2); ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (perfil 3); LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico (perfil 04); e TECNOSSOLO ÚRBICO (perfil 1). O caráter distrófico se baseou em Moraes (2004), que indica saturação por bases inferior a 50%.

A distribuição dos solos na topossequência estudada é heterogênea, visto que foi encontrado solo pouco desenvolvido (perfil 2) no terço superior da paisagem, solos mais profundos no terço médio e inferior (perfil 3 e 4) e a presença de solo antropizado (perfil 1).

O perfil 2 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico está localizado no Centro de Ciências Agrárias – CCA, próximo à avenida Presidente Kennedy, e atualmente é utilizado como área de empréstimo de materiais e encontra-se no terço superior da paisagem, numa altitude de aproximadamente 108 m.

O solo teve como material de origem a decomposição de arenitos e siltitos pertencentes à Formação Pedra de Fogo. O relevo local é suave ondulado com declividade de aproximadamente 5%, bem drenado, ligeiramente pedregoso e ligeiramente rochoso. Além disso, percebe-se uma erosão moderada.

O processo de denudação é presente na área e no entorno do perfil o relevo varia de suave ondulado a ondulado, o que implica

na remoção do material da superfície para áreas mais rebaixadas da paisagem e isso, conseqüentemente, contribuirá para a formação de solos pouco desenvolvidos, mostrando forte relação do tipo de solo com a paisagem local. Ou seja, nessa porção da paisagem, a morfogênese é mais intensa que a pedogênese, formando solos instáveis. Nesse sentido, Tricart (1977) afirmou que os processos morfogenéticos produzem instabilidade da superfície, que é um fator limitante no desenvolvimento dos seres vivos e dos solos.

Assim, o solo estar numa área que sofre processo de denudação indica que foi formado sob condições pedogenéticas de remoção mais intensa que solos formados em outras porções da paisagem. A figura 4 mostra o perfil 2 e a paisagem do local em que foi encontrado.

Figura 4 - Fotografias do solo amostrado. A - Perfil 2 NEOSSOLO LITÓLICO, próximo à avenida Presidente Kennedy no CCA/UFPI; B - Paisagem em que foi



Fonte: Próprio autor (2019).

Em posição intermediária do relevo foi descrito o perfil 3 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, que se encontra numa altitude de aproximadamente 88 metros.

Os argissolos são solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico (SANTOS *et al.*, 2018).

O perfil 3 encontra-se no terço médio de rampa colúvio, possuía como vegetação primária floresta com babaçu e atualmente é ca-

racterístico por vegetação de campo. Esse solo teve como material de origem sedimentos argilo-arenosos transportados de áreas mais elevadas da paisagem, o que indica que foi formado sob condições pedogenéticas de acumulação, com taxas superiores às de denudação, diferente do solo anterior.

O relevo é plano, com declividade de aproximadamente 3%, com uma drenagem acentuada, não é um solo rochoso e nem pedregoso com uma erosão do tipo ligeira. A figura 5 mostra o perfil e a paisagem em que foi identificado o solo.

Figura 5 - Fotografias do solo amostrado.

- A- Perfil 3 ARGISSOLO AMARELO, próximo à casa do estudante CCA/UFPI;
B - Paisagem em que foi identificado o perfil 3



Fonte: Próprio autor (2019).

O próximo solo a compor a topossequência é o perfil 4 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, que se encontra próximo ao Centro de Ciências Humanas e Letras – CCHL, numa altitude de aproximadamente 72 metros, tendo sua posição na rampa de colúvio da paisagem. Também tinha como vegetação primária floresta com babaçu e, atualmente, seu uso é campo e capoeira.

Em relação aos latossolos, são compreendidos como solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico (SANTOS *et al.*, 2018).

O solo em análise tem como material de origem depósitos de materiais da Formação Pedra de Fogo, principalmente sedimentos argilo-arenosos, que lhe conferem uma textura média.

A declividade da área é de aproximadamente 1% conferindo relevo plano, bem drenado, não apresentando rochiosidade e nem pedregosidade, com erosão não aparente.

O solo desse perfil (LATOSSOLO AMARELO) está em um relevo ligeiramente menos dissecado se comparado ao solo do perfil 3 (ARGISSOLO AMARELO) e isso justifica a variação no tipo de solo. A figura 6 apresenta o perfil 4 e a paisagem onde se encontra.

Figura 6 - Fotografias do solo amostrado. A - Perfil 04 LATOSSOLO AMARELO, próximo ao CCHL/UFPI; B - Paisagem em que foi identificado o perfil 4



Fonte: Próprio autor (2019).

O último solo da toposequência estudada foi o perfil 1 - TECNOSOLO ÚRBICO, localizado no CCHL, ao lado do prédio da pós-graduação, estando a 70 metros de altitude (terço inferior), com uma diferença de apenas 2 metros em relação ao perfil 4.

O termo tecnossolo é utilizado para se referir aos solos constituídos por quantidade significativa de materiais criados ou que foram fortemente alterados pelas atividades antrópicas, podendo apresentar artefatos. Diz-se do solo cuja formação não ocorre naturalmente na superfície terrestre na ausência de ação humana. O solo de ambientes como cidades, estradas, minas, e aterros sanitários estão incluídos na classe dos Tecnossolos (FAO, 2015).

O segundo nível hierárquico classificado como Úrbico apresenta significativa quantidade de artefatos distribuídos ao longo do perfil, além de variação vertical e horizontal, o que significa diferentes graus de transformações morfológicas (FAO, 2014).

O solo analisado se enquadra nessa categoria, pois sua litologia é basicamente depósitos antrópicos sobre sedimentos coluviais que formaram camadas. Tinha como vegetação primária floresta com babaçu e atualmente é utilizado como bosque recém implantado (figura 7B), mas anteriormente tinha seu aproveitamento para estacionamento improvisado.

Na análise do perfil, foram identificadas seis camadas com características diferentes (figura 7A). Dentro do perfil foram encontrados artefatos como tijolos, telhas, sola de calçado de borracha, concretos, seixos rolados, além de fragmentos de carvão (figura 7C). Esses artefatos revelam a presença da ação antrópica e sua influência para o desenvolvimento desse tipo de solo. Provavelmente o local já foi canteiro de obras, sofrendo cortes e aterros em virtude da construção do prédio do CCHL e da pós-graduação.

Também no perfil foi notado surgência de água no contato entre as camadas C1 e C2, fato relacionado à drenagem imperfeita do local, provocada pela compactação, pois até poucos meses antes da coleta a área era utilizada como estacionamento de veículos automotores. Nota-se uma relação da paisagem local, que foi modificada pelo homem com o tipo de solo encontrado.

Figura 7 - Fotografias do solo amostrado. A - Perfil 1 Tecnosolo Úrbico no Bosque do CCHL/UFPI; B - Paisagem do bosque CCHL/UFPI; C - Artefatos encontrados no perfil 1



Fonte: Próprio autor (2019).

A seguir, apresentam-se os dados referentes às características morfológicas (quadro 1) dos solos da topossequência estudada.

Quadro 1 - Atributos morfológicos dos perfis de solos da topossequência da zona leste, Teresina, PI

Perfil	Hor	Prof	Cor úmido	Mosqueado	Estrutura	Classe textural	Consistência úmida	Consistência molhada	Transição
P1			10YR 3/3	-	Grão simples	Areia	Solto	Não plástico, não pegajoso	Abrupta e plana
	Ap2	7-15	10YR 4/3	-	Grão simples	Areia	Solto	Não plástico, não pegajoso	Abrupta e plana
	Ab	15-23	10YR 5/1	-	Máçica	Franco-arenosa	Friável	Lig. Plástico, lig. pegajoso	Abrupta e plana
	C1	23-50	10YR 5/4	-	Máçica	Franco-argilo-arenosa	Friável	Plástico, pegajoso	Abrupta e plana
	C2	50-116	10YR 3/2	-	Máçica	Franco-arenosa	Friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Gradual e plana
	C3	116-160+	10YR 5/4	10YR 6/1 comum, grande e distinto	Máçica	Franco-arenosa	Muito friável	Lig. Plástico, lig. pegajoso	-
P2	Ap	0-20	7,5YR 3/1	-	Mod., peq., granular	Franco-argilo-arenosa	Friável	Plástico, pegajoso	Gradual e plana
	C	20-40	10YR 5/4	-	Máçica	Franco-argilo-arenosa	Friável	Plástico, pegajoso	Abrupta e plana
	R	40-65+	2,5Y 7/4	-					
P3	Ap	0-25	10YR 3/2	-	Fra., peq., bl. Sub.	Franco-arenosa	Muito friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Difusa e plana
	E	25-110	10YR 5/3	-	Fra., med., bl. Sub.	Franco-arenosa	Muito friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Gradual e plana
	BE	110-155	10YR 6/3	-	Mod., med. e gran., bl. Angular	Franco-argilo-arenosa	Muito friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Gradual e plana
	Bt	155-180+	10YR 6/8	-	Mod., med., bl. Angular	Argilo-arenosa	Muito friável	Lig. Plástico, pegajoso	
P4	Ap	0-55	7,5YR 4/1	-	Mod., med., bl. Sub.	Franco-argilo-arenosa	Friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Difusa e plana
	BA	55-90	7,5YR 5/2	-	Mod., gran., bl. Angular	Franco-argilo-arenosa	Friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	Clara e plana
	Bw	90-150+	10YR 5/4	-	Mod., peq., bl. Sub.	Franco-argilo-arenosa	Friável	Lig. Plástico, lig. Pegajoso	

P1: TE CNOSSOLO; P2: NEOSSOLO LITÓLICO; P3: ARGISSOLO; P4: LATOSSOLO; Hor: horizonte; Prof: profundidade; Fra: fração; Mod: moderado; Peq: pequeno; med: médio; Gran: grande; Bl: bloco; Sub: subangulares; Lig: ligeiramente.
Fonte: Próprio autor (2019).

Conforme o quadro 1, o perfil 2 (NEOSSOLO LITÓLICO) possui 2 horizontes (Ap e C), com espessuras diferentes; ambos com textura média; consistência úmida friável e molhada plástico e pegajosa; estrutura moderada, pequena e granular no horizonte Ap e máçica no C. A característica subordinada (p) no horizonte Ap indica atividade humana no ambiente em que foi identificado. Tem contato lítico a 40 cm de profundidade.

O perfil 3 (ARGISSOLO AMARELO) é um solo mais desenvolvido, com 4 horizontes (Ap, E, BE e Bt), e foi descrito até a profundi-

de de 180 cm. Também possui textura média, porém, com elevado gradiente textural; horizontes Ap e E com estruturas fracas e BE e Bt moderada; e consistência úmida muito friável, e molhada ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa em todos os horizontes.

O perfil 4 (LATOSSOLO AMARELO) é um solo que sofreu os processos pedogenéticos mais intensos de dessilicificação, possuindo 3 horizontes (Ap, BA e Bw) até a profundidade de 150 cm. Todos os horizontes têm estrutura moderada, classe textural média, consistência úmida friável e consistência molhada ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Por fim, o perfil 1 (TECNOSSOLO ÚRBICO) é formado sob pouca influência dos processos pedogenéticos, visto que é um solo formado por materiais provenientes da ação antrópica. É formado pelos horizontes Ap1, Ap2, Ab, C1, C2 e C3, sendo os dois primeiros com estrutura do tipo grão simples e textura arenosa e os demais maciça e média, respectivamente.

Com base na textura, percebe-se que os perfis 2 e 4 possuem textura média em todos os seus horizontes, demonstrando pouca variação da granulometria do material de origem. O perfil 3 indica uma maior variação da granulometria. A textura do perfil 1 varia devido à influência antrópica no seu processo de formação, ou seja, a natureza do material que foi depositado, sendo o de maior variabilidade granulométrica.

Na perspectiva de visualizar as características morfológicas dos solos e elaborar um recurso didático com potencial para o ensino de solos, surge a elaboração de micromonólitos com alternativa viável.

Como nem sempre é possível a realização de estudo de campo com os estudantes por diversos fatores, a utilização de micromonólitos para o ensino de solos aparece como uma alternativa que possibilita levar o solo para dentro da sala de aula, aprofundando o conhecimento sobre o tema e sanando a necessidade de os estudantes irem a campo.

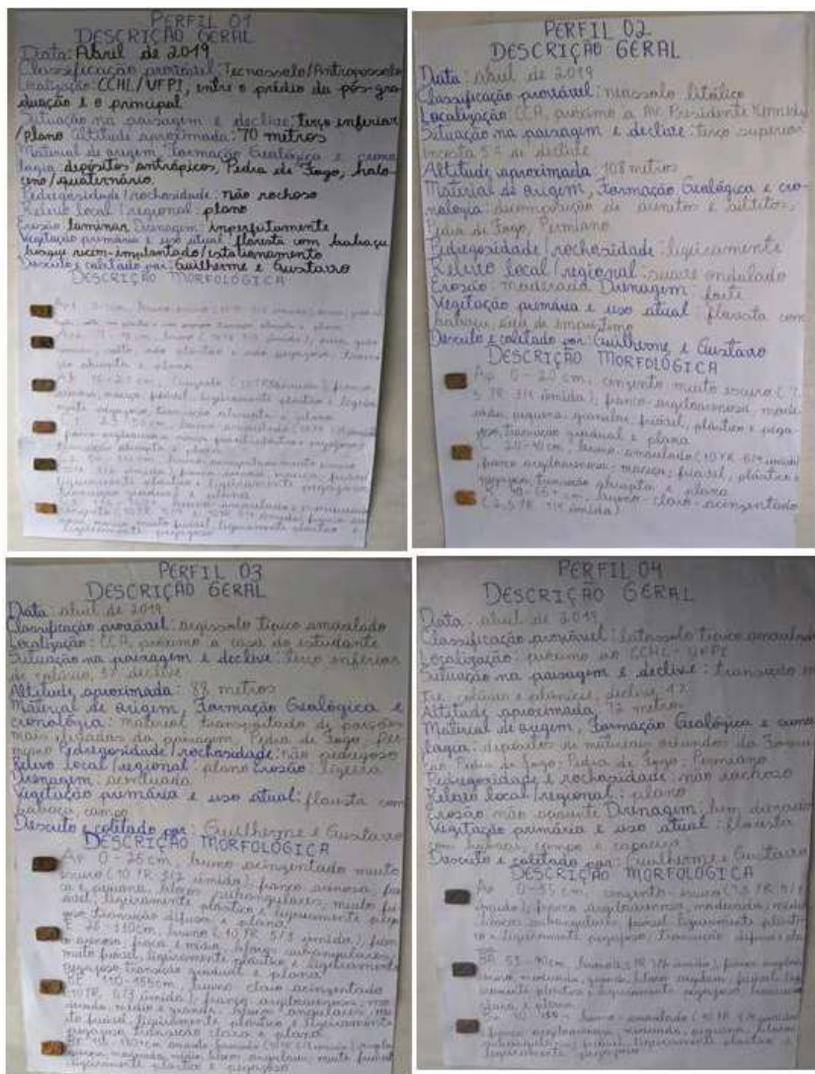
Para Marques *et al.* (2011), durante o aprendizado de estudantes em diversos níveis de escolaridade e de professores, técnicos e profissionais relacionados com a Ciência do Solo e suas interfaces, nem sempre é possível o exame de perfis de solos *in situ*. Nestas

situações, as coleções de perfis preservados, denominados de micromonólitos despontam como excelentes instrumentos didáticos. Além disso, a partir de uma coleção de micromonólitos é possível perceber a variação espacial e temporal dos solos ao longo de uma paisagem.

Em Marques *et al.* (2011) menciona-se que esse instrumento didático serve como banco de dados de referência para o desenvolvimento de pesquisas sobre os solos, particularmente sobre o seu uso e degradação.

A seguir, têm-se os micromonólitos dos quatros tipos de solos (figura 7) encontrados na topossequência da zona leste de Teresina, mostrando a possibilidade de visualizar e compreender as características morfológicas dos solos analisados e perceber sua variação espacial ao longo da paisagem, além da possibilidade para o ensino de solos em qualquer nível de escolaridade.

Figura 7 - Micromonólitos dos perfis dos solos da topossequência da zona leste de Teresina/PI.



Fonte: Os autores (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos investigados apresentaram uma íntima relação com a paisagem, visto que houve variação nos tipos de solos ao longo da topossequência devido ao relevo e ao ambiente urbano, decorrente da atuação diferenciada dos fatores e processos pedogenéticos nas porções da paisagem, onde no terço superior houve a ocorrência de solo do tipo NEOSSOLO LITOLICO (perfil 2), resultado de influência do forte processo de denudação presente na área; no terço médio houve a ocorrência de solo ARGISSOLO AMARELO (perfil 3), formado sob influência de sedimentos transportados de áreas mais elevadas da paisagem, e localiza-se em relevo ligeiramente mais dissecado quando comparado ao do LATOSSOLO AMARELO (perfil 4), o que justifica a variação do solo, que está no terço inferior. Por último, foi identificado o solo do tipo TECNOSSOLO ÚRBICO (perfil 1), resultado da ação antrópica e mostrando uma forte relação da paisagem local com a ocorrência desse tipo de solo, estando cercado de edificações em área urbanizada.

A elaboração de micromonólitos dos diferentes tipos de solos encontrados se mostrou com potencial para a educação em solos, que permite colocar em prática novas ideias e estratégias nas práticas didático-pedagógicas, visto que existe uma carência nessa área de utilização de ferramentas não convencionais que facilitem o processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

BAREN, J. H. Van.; BOMER, W. **Procedures for the collection and preservation of soil profiles**. Wageningen: International Soil Museum, 1979. Disponível em: https://www.isric.org/sites/default/files/ISRIC_TechPap1_UK.pdf. Acesso em: 05 abr. 2019.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Boletim Agrometeorológico para o Município de Teresina, PI**. EMBRAPA Meio Norte, 2007.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, v. 8, 2004, p. 141-152.

BOCQUIER, G. **Génèse et évolution de deux toposéquences de sol tropicaux du Tchad: interprétation byogéodynamique**. Paris: ORSTOM, 1973.

BRIGGS, C. A. D.; BUSACCA, A. J.; MCDANIEL, P. A. Pedogenic processes and soil-landscape relationships in North Cascades National Park, Washington. **Geoderma**, v. 137, 2006, p. 192-204.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, v. 8, 2004, p. 141-152. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/pubad/downloadPDF.xhtml?id=27643&content=PDF>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BUI, E. N.; LOUGHEAD, A.; CORNER, R. Extracting soil-landform rules from previous soil surveys. **Australian Journal of Soil Research**, v. 37, n. 1, 1999, p. 495-508. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/224839748_Extracting_soil-landscape_rules_from_previons_soil_surveys. Acesso em: 05 abr. 2019.

CABRAL, L. J. R. S.; VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO JÚNIOR, C. R.; LIMA, A. M.; FROTA, J. C. O.; AMORIM, J. V. A. Classificação dos solos da Planície do Delta do Parnaíba, PI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 04, 2019, p. 1466-1483. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/239571>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, 2006, p. 104-114. Disponível em: <https://revistabioterra.globalspot.com/p/periodicidade.html>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CAMPOS, M. C. C. Reações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 3, 2012, p. 963-982. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambienca/article/viewFile/1290/1853>. Acesso em: 04 abr. 2019.

CARRÉ, F.; MCBRATNEY, A. B. Digital terrain mapping. **Geoderma**, v. 128, 2005, p. 340-353. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706105001023>. Acesso em: 05 abr. 2019.

COELHO, R. M.; LEPSCH, I. F.; MENK, J. R. F. Relação solo-relevo em uma encosta com transição arenito-basalto em Jaú, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, 1994, p. 125-137. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000300012. Acesso em: 09 abr. 2019.

DEMATTÊ, J. L. I.; MAZZA, J. A.; DEMATTÊ, J. A. M. Caracterização e gênese de uma topossequência Latossolo Amarelo-Podzol origina-

do de material da Formação Barreiras - Estado de Alagoas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, 1996, p. 20-30. Disponível em: <http://andorinha.epagri.sc.gov.br/consultaweb/site/busca?b=a-d&id=16943&boblioteca=vazio&busca=autoria:%22DEMATTE,%20J.L.I%22&qFacets=autoria:%DEMATTE,%20J.L.L.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 05 abr. 2019.

FALCONI, Simone. **A produção de material didático para o ensino de solos**. Rio Claro, 2004. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2015. **World reference base for soil resources 2014**. World soil resources reports, n. 106, 203p. Rome, 2015.

HUDSON, B. D. The soilsurvey as a paradigm-basedscience. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, 1992, p. 836-841. Disponível em: https://casoilresource.lawr.ucdavis.edu/w/images/f/fe/Paradigm_Based_Science_Hudson_1992.pdf. Acesso em: 09 abr. 2019.

KIEHL, E. J. Coleta e preparo de amostras da terra. *In*: KIEHL, E. J. (Org.). **Manual de Edafologia**: Ceres, 1. ed. 1979.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. Oficina de textos, 2016.

LIMA, I. M. M. F. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual *In*: IX ENANPEGE- ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE POS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA. 9, 2011, Goiânia. **Anais eletrônicos**, Goiânia, 2010. Disponível em: https://iracildefelima.webnode.com/_files/200000034-8785d887e3/GT22%20-%200%20RELEVO%20DE%20TERESINA.pdf. Acesso em: 01 jun. 2019.

MARQUES, F. A. *et al.* **Procedimentos para coleta e preparo de perfis de solos preservados (macromonolitos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

MEIRELES, H.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M.; PEREIRA, G. Relações solo-paisagem em topossequência de origem basáltica. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 42, n. 2, 2012, p. 129-136. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/15579>. Acesso em: 05 abr. 2019.

MILNE, G. Normal erosion as a factor in soil profile development. **Nature**. v. 138, n. 1, 1936, p. 148.

MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, 2002, p. 869-878. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n6/10565.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

MORAES, A. M. de. **Capacidade de uso da terra no município de Teresina**: elementos para uma política de conservação dos recursos naturais, 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, 2004.

OLIVEIRA, M. S.; MIGUEL P.; ALBERT, R. P.; CADONÁ, E. A.; LEIDEMER, J.D.; PINTO, L. S. F. Monolitos no Ensino da Ciência do solo. *In: XII REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO*, 12, 2018, Xanxerê. **Anais eletrônicos**. Xanxerê: Unoesc, 2018. Disponível em: http://www.sbcns-nrs.org.br/rsbcns/anais/index.php?secao=trabalhos&acao=view&id_trabalho=754. Acesso em: 05 abr. 2018.

PEDRON, F. A., DALMOLIN; S. D. R. **Procedimentos para confecção de monolitos de solos**. Santa Maria: Pacartes, 2009. Disponível em: http://w3.ufsm.br/mrsrs/images/Livreto_monolitos_final.pdf. Acesso em: 07 abr. 2019.

PENNOCK, D. J. Terrain attributes, landform segmentation, and soil redistribution. **Soil&TillageResearch**, v. 69, 2003, p. 15-26. Disponível em: <https://www.realagriculture.com/wp-content/uploads/2014/11/pennock-2003-soil-and-Tillage-Research.pdd>. Acesso em: 09 abr. 2019.

PENNOCK, D. J.; VELDKAMP, A. Advances in landscape-scale soil research. **Geoderma**, v. 133, 2006, p. 1-5.

RADAMBRASIL - PROJETO RADAM. **Levantamento de recursos naturais - Geologia, geomorfologia, solos, vegetação**. Teresina e parte da folha SB.24.Jaguaribe . Vol. 23. Rio de Janeiro, 1973.

SANDALOWSKI, C. F. O ensino de solos como prática de educação ambiental na escola municipal de ensino fundamental Santo Isidoro – Gaurama/RS. **Revista Monografias ambientais**, v. 5, n. 5, 2012, p. 1088-1094. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/4261>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J.

C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J.C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. Ed. Viçosa: SBCS, 2005.

SEIBERT, J.; STENDAHL, J.; SØRENSEN, R. Topographical influences on soil properties in boreal forests. **Geoderma**, v. 141, 2007, p. 139-148. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/200505614>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SOMMER, M. Influence of soil pattern on matter transport in and from terrestrial biogeosystems - a new concept for landscape pedology. **Geoderma**, v. 133, 2006, p. 107-123. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.03.040>. Acesso em: 05 abr. 2019.

THOMPSON, J. A.; PENA-YEWTUKHIW, E. M.; GROVE, J. H. Soil-landscape modeling across a physiographic region: Topographic patterns and model transportability. **Geoderma**, v. 133, 2006, p. 57-70. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-be9add4c-2ee6-3221-970d-1b92ed4e6e7f>. Acesso em: 05 abr. 2019.

THORNTHWAITTE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publication in Climatology**, Laboratory of Climatology, Centerton, v. 8, n. 1. 1955.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

PROPOSTA DE ROTEIRO GEOTURÍSTICO
PARA AS CIDADES DE PEDRAS,
MICRORREGIÃO DE PICOS, PIAUÍ, BRASIL

José Francisco de Araújo Silva
Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Hikaro Kayo de Brito Nunes



INTRODUÇÃO

Os conceitos de geodiversidade, geopatrimônio, geoturismo, educação ambiental e geoconservação são atuais e carecem de muitos estudos, visto que possuem convergências no âmbito teórico e prático no que diz respeito aos aspectos ambientais do planeta. Além disso, são temas essenciais ao bem-estar e sobrevivência humana, representando, portanto, importantes campos de pesquisa dentro das geociências. Entre outros autores que discutem a importância da geodiversidade, Brilha (2005, p. 18) aponta que “a geodiversidade determinou também, desde sempre, a evolução da civilização”, antecedendo o exposto por Alencar (2013), segundo o qual as sociedades necessitam da geodiversidade para se desenvolver.

Os estudos desses temas com o enfoque central na natureza abiótica, apesar de recentes, se apresentam em ascensão, mas ainda muito distante do enfoque conferido à natureza biótica, por isso há uma necessidade constante de valorização e divulgação de áreas em que a geodiversidade se destaca, sendo, assim, conferidas de valor patrimonial e onde o geoturismo, associado à educação ambiental, poderão contribuir com sua geoconservação.

As Cidades de Pedras, também conhecidas como Capadócia do Sertão, são áreas localizadas na microrregião de Picos, Piauí. Assim como diversas outras áreas do estado piauiense e do território brasileiro, apresenta valorosa geodiversidade e diversificado geopatrimônio, porém, parcelas significativas deste local são desconhecidas do grande público, sendo, em grande parte, conhecidas apenas por pesquisadores.

O objetivo deste artigo é, portanto, propor a criação de um roteiro voltado ao geoturismo nas Cidades de Pedras, com o intuito de divulgar aos geoturistas aspectos relacionados à geodiversidade da área por meio de atividades relacionadas à educação e interpretação ambiental. Além disso, aborda-se a importância da educação ambiental enquanto mecanismo de valorização do geopatrimônio e concretização do geoturismo.

BREVES APONTAMENTOS TEÓRICOS

O conceito de geodiversidade é bastante recente, uma vez que começou a ser usado, especialmente por geólogos e geomorfólogos, a partir da década de 1990, para descrever a diversidade da natureza abiótica (GRAY, 2004).

Atualmente, há uma variedade de autores em diversos países que apresentam definições para geodiversidade. Em verdade, são conceitos similares e complementares, que podem ser resumidamente apresentados como a variedade de elementos, ambientes e processos que dão origem ao substrato em que se desenvolve a vida humana, estando inclusas suas inter-relações, propriedades, interpretações e sistemas (STANLEY, 2000; NIETO, 2001; GRAY, 2004; OWEN; PRICE; REID, 2005; BRILHA, 2005; PEREIRA, 2006), sendo, deste modo, essencial à sobrevivência humana.

Por geopatrimônio entende-se a parcela excepcional da geodiversidade, ou seja, aquela que se destaca das demais do ponto de vista científico, turístico, cultural, entre outros, compreendendo uma série de tipos patrimoniais, tais como patrimônio geológico, geomorfológico, hidrológico, sedimentológico e outros. De acordo com Meira (2016), embora o conceito de patrimônio geológico também englobe essa gama de demais tipos patrimoniais, é preferível o uso do termo geopatrimônio por ele ser mais amplo, diminuindo, assim, a restrição que o termo “geológico” pode impor e a fim de dar maior visibilidade aos elementos abordados nos diferentes tipos patrimoniais estudados separadamente.

As áreas excepcionais da geodiversidade compreendem o geopatrimônio e são conhecidas como geossítios de diferentes categorias temáticas: geomorfológicos (geomorfossítios), paleontológicos, espeleológicos, entre outros, que, pela importância que apresentam e risco de degradação aos quais estão expostos, necessitam de práticas conservacionistas (geoconservação). O geoturismo e ações de educação ambiental voltadas à geodiversidade e ao geopatrimônio podem ser importantes instrumentos de geoconservação.

Para Bento e Rodrigues (2009, p. 61), “dos segmentos turísticos que têm a natureza como matéria-prima, o geoturismo é o mais recente, fazendo com que o seu conceito ainda esteja em construção,

sendo reelaborado e enriquecido com a contribuição de estudiosos de todo o mundo”. Para Azevedo (2007, p. 23), geoturismo é o:

[...] segmento da atividade turística que tem o patrimônio geológico como seu principal atrativo e busca sua proteção por meio da conservação de seus recursos e da sensibilização do turista, utilizando, para isto, a interpretação deste patrimônio tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação e o desenvolvimento das ciências da Terra.

De acordo com Nascimento, Schobbenhaus e Medina (2008), o geoturismo possibilita aos turistas não apenas a contemplação da paisagem natural, mas, sobretudo, facilita o entendimento dos processos geológico-geomorfológicos responsáveis por sua formação e evolução. Desta forma, Bento e Rodrigues (2010) afirmam que o geoturismo pode promover a geoconservação da mesma forma que esta pode promover o geoturismo, uma vez que ao possibilitar aos turistas um olhar mais científico do que contemplativo da paisagem, o geoturismo possibilita promover a geoconservação, que é mecanismo essencial na conservação da geodiversidade mundial.

Para Guimarães (2013, p. 58), “o geoturismo surge como estratégia de geoconservação, com o objetivo de divulgar, valorizar e conservar os elementos naturais do meio abiótico”, unindo o lazer proporcionado pelo geoturismo ao uso da área em atividades de educação ambiental e interpretação ambiental. Neste sentido, a educação ambiental pode ser concebida como:

[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 1).

Por meio da educação ambiental é possível, com a ajuda dos meios interpretativos, introduzir tais conceitos e significados. A interpretação ambiental é considerada como uma parte da educação ambiental, sendo o termo usado para descrever as atividades de uma comunicação realizada para a melhor compreensão do am-

biente natural em áreas protegidas, museus, centros de interpretação da natureza, entre outros (MOREIRA, 2014).

Uma possível forma de em uma única atividade reunir geoturismo, educação e interpretação ambiental, estratégias de valorização e divulgação do geopatrimônio em prol da geoconservação, é através dos roteiros geoturísticos, que são:

[...] inequivocamente potenciadores de uso turístico e estimuladores para a proteção do patrimônio em geral, dado que reúnem e interligam as características de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica e os aspectos culturais, proporcionando, assim, o desenvolvimento de atividades sustentáveis, que poderão levar os visitantes não só a simples momentos de lazer e contemplação, mas também a momentos de construção pessoal (BENTO; RODRIGUES, 2009, p. 5).

Por meio dos roteiros geoturísticos, com o uso de elementos de interpretação ambiental, valorização e divulgação do geopatrimônio (painéis, folders e guias de bolso, por exemplo), os geoturistas podem além de contemplar a paisagem dos geossítios, compreender os processos responsáveis por sua origem e constante evolução.

Segundo Brilha (2005), as etapas de valorização e divulgação fazem parte das estratégias de geoconservação de uma área e podem ser realizadas com o uso de roteiros geoturísticos, entre outras atividades.

Com base nos conceitos apresentados e considerando a importância deles frente aos debates ambiental e socioeconômico, apresenta-se, ao longo do texto, uma proposta de criação de roteiro geoturístico para as Cidades de Pedras, na microrregião de Picos/Piauí, tomando como base os estudos de Silva (2017).

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo está baseada na revisão teórica fundamentada por meio do levantamento e compilação de artigos científicos, dissertações e teses que tratam das temáticas aqui abordadas, tendo como suporte teórico-conceitual autores

como Gray (2004), Brilha (2005), Azevedo (2007), Bento e Rodrigues (2009), Guimarães (2013), Moreira (2014), entre outros.

Além do delineamento teórico-conceitual que subsidiou a pesquisa bibliográfica, a metodologia é composta pela proposição do roteiro, bem como elementos de interpretação ambiental, valorização e divulgação do geopatrimônio a serem nele utilizados (painéis, *folders* e guias de bolso), com base em estudo de Silva (2017).

Soma-se a realização de atividades de campo com vistas à observação das potencialidades dos geomorfossítios e questões de acesso e infraestrutura, além da utilização de imagens disponibilizadas pelo *Google Earth Pro* como auxílio para a elaboração gráfica do roteiro e do uso do *software Corel Draw* para a elaboração dos elementos nele utilizados.

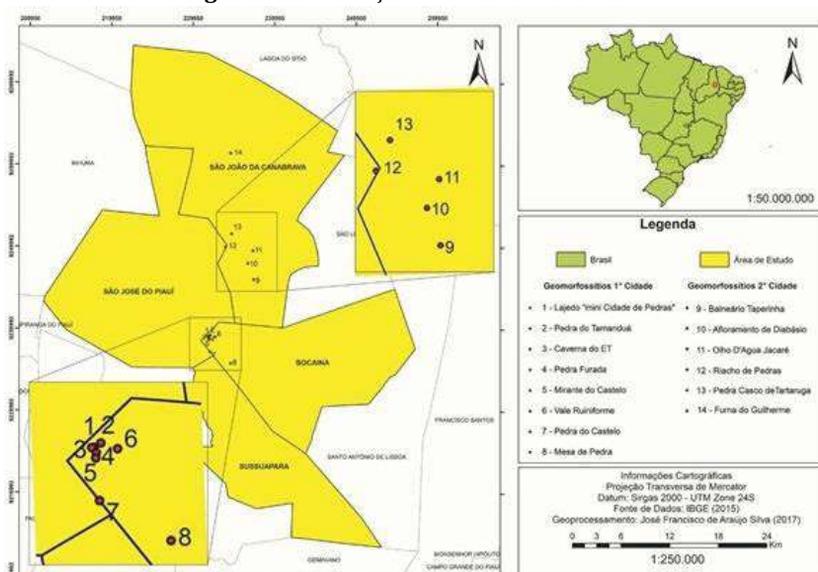
Destaca-se que a sugestão do roteiro, bem como de *layout* e materiais para os elementos, baseia-se em autores como Moreira (2008), Lopes (2011), Guimarães (2013), Piekarcz e Liccardo (2014), Oliveira (2015), Meira (2016), entre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada nos limites dos municípios piauienses de São João da Canabrava, São José do Piauí, Bocaina e Sussuapara, pertencentes à mesorregião Sudeste Piauiense, microrregião de Picos e no Território de Desenvolvimento Vale do Guaribas. Para Silva (2017), trata-se de duas áreas conhecidas pelos nomes populares de Cidades de Pedras. A primeira, também chamada de Cidade Encantada e Capadócia do Sertão, localiza-se na divisa entre São José do Piauí, Bocaina e Sussuapara, ao passo que a segunda localiza-se entre São José do Piauí e São João da Canabrava, na localidade Buriti das Éguas (Figura 1).

Figura 1 - Localização das “Cidades de Pedra”



Fonte: Silva (2017), adaptado pelos autores (2019).

Há na área de estudo 14 geomorfossítios avaliados, sendo oito (8) na 1ª Cidade de Pedras, sendo estes: Lajedo, Pedra do Tamanduá, Caverna do ET, Pedra Furada, Mirante do Castelo, Vale Ruiniforme, Pedra do Castelo e Mesa de Pedra. Destes, sete (7) pertencem integralmente ao município de Bocaina, próximos ao limite territorial com São José do Piauí; e o geomorfossítio “Pedra do Castelo”, localizado exatamente na linha divisória entre Bocaina e São José do Piauí, próximo à divisa com Sussuapara, levando-se em consideração a malha municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

- A 2ª Cidade de Pedras possui seis (6) geomorfossítios, a saber: Balneário Taperinha, Afloramento de Diabásio, Olho D’Água Jacaré, Riacho de Pedras, Pedra Casco de Tartaruga e Furna do Guilherme. Quanto à caracterização dos aspectos naturais, a área de estudo possui as seguintes descrições, conforme Silva (2017):
- **Contexto geológico:** a maior parte da área de estudo está assentada sobre a Formação Cabeças (Grupo Canindé), pertencente à Bacia Sedimentar do Parnaíba. Na 2ª Cidade de Pedras, apenas três geomorfossítios estão assentados na Formação Pimenteiras, além de afloramento de diabásio situado na mesma área. São encontrados principalmente arenitos finos a médios, de coloração cinza e esbranquiçada, conglomerados em tons amarelados, siltitos e folhelhos de coloração avermelhada.

- **Contexto geomorfológico:** de acordo com a CPRM (2014), identificam-se as seguintes unidades: i) as superfícies aplainadas dissecadas em interflúvios tabulares (sedimentos paleo-mesozoicos) e ii) as superfícies dissecadas em ravinhas e vales curtos e estreitos. A declividade do relevo inclui: relevo plano (35,55%); suave ondulado (33,36%); ondulado (22,00%); forte ondulado (8,64%); montanhoso (0,43%); forte montanhoso (0,03%). Constata-se, ainda, o predomínio das classes suave ondulado e ondulado, ocupando 55,36% da área, conforme aponta Silva (2017).
- **Contexto climático:** segundo a classificação de Koppen, o clima da área de estudo é do tipo tropical semiárido (BSh), estando inserida no Domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas das Caatingas (AB'SABER, 1969). Destaca-se que os trimestres de Janeiro-Fevereiro-Março e Dezembro-Janeiro-Fevereiro se apresentam como os mais chuvosos.
- **Contexto hidrográfico/hidrológico:** em virtude do clima semiárido, a maior parte da área de estudo não apresenta rios ou riachos perenes, sendo drenada por córregos efêmeros ou temporários, afluentes do Rio Guaribas, o mais importante da região, que integra a Bacia do Canindé, importante tributário da Bacia do Rio Parnaíba. Na área em questão, há ainda olhos d'água (nascentes) pouco volumosos, não chegando a formar uma lâmina d'água perene capaz de atingir grandes extensões, a exemplo da nascente Taperinha e do Olho D'Água Jacaré.
- **Contexto pedológico:** na área específica dos municípios em que estão os geomorfossítios estudados, ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Pétricos Concrecionários e Neossolos Litólicos Distróficos.
- **Contexto vegetacional:** apresenta predominantemente vegetação do tipo Caatinga arbustiva com presença de cactáceas e bromélias, o que indica baixa pluviosidade na área. São exemplos de espécies vegetais locais a aroeira, angico e xique-xique. Por estar também em uma área de transição, podem ser encontradas ainda na região algumas árvores típicas do Cerrado, tais como ipê amarelo, buriti, pequi, entre outras.

Proposta de roteiro para as Cidades de Pedras

Em estudo sobre a geodiversidade e o patrimônio geológico-geomorfológico das Cidades de Pedras, Piauí, destacando o seu potencial turístico e didático, Silva (2017) elencou uma série de estratégias de valorização e divulgação da área, entre as quais trilhas interpretativas que, em seu conjunto, compõem a proposta de roteiro objetivada neste estudo.

É válido destacar que, embora todos os 14 geomorfossítios das Cidades de Pedras inventariados e quantificados por Silva (2017) já possuam, ainda que de forma tímida, o uso do geoturismo ou outras modalidades turísticas, como o turismo pedagógico, compõem o roteiro geoturístico proposto neste artigo apenas os geomorfossítios que apresentaram baixo e médio Risco de Degradação, conforme metodologia da CPRM (2016), e aqueles considerados de médio e alto potencial educativo e turístico, conforme metodologia de Oliveira (2015), apresentadas por Silva (2017).

Estão fora do roteiro, portanto, o geomorfossítio Afloramento de Diabásio, uma vez que apresentou Risco de Degradação alto, conforme metodologia da CPRM (2016), bem como foi considerado de baixo potencial educativo e turístico, conforme metodologia de Oliveira (2015), mesmo critério que deixou fora do roteiro a Furna do Guilherme, o Balneário Taperinha e a Caverna do ET.

Considera-se que o roteiro é composto por trilhas, que podem ser guiadas por condutores ou ainda autoguiadas, essas últimas feitas apenas com o apoio de painéis e materiais impressos, tais como *folders* e guias de bolso, reforçando, assim, a necessidade de outros recursos para garantir uma aproximação das pessoas ao meio visitado, garantindo, dessa forma, o contato direto com a natureza.

Conforme Guimarães (2013), a implantação de uma trilha requer planejamento prévio, sendo necessário, por exemplo, contato com as entidades públicas ou proprietários dos terrenos para a devida autorização à implantação do percurso, entre outras medidas.

Ainda de acordo com Guimarães (2013), uma trilha bem planejada deve apresentar boa sinalização através de painéis informativos, uso de placas indicativas e de marcações com uso de tintas ou outros materiais existentes no próprio percurso.

Para a área de estudo foram sugeridas trilhas guiadas em formato linear (partindo de um ponto a outro), interligando os geomorfossítios aptos a receber visitação, formando um roteiro geoturístico nas Cidades de Pedras, objetivando o conhecimento e valorização do patrimônio geológico-geomorfológico da área de estudo.

Sugere-se a utilização de materiais impressos a fim de tornar a trilha elucidativa, possibilitando um melhor entendimento dos

elementos que ali ocorrem. Por conseguinte, em decorrência de os geomorfossítios situarem-se em áreas particulares, sugere-se que:

- Antes de o roteiro ser implementado, compete aos gestores dos municípios ou as pessoas que venham a geri-lo buscarem acordos com os proprietários dos terrenos, definindo a forma de autorização para as visitas e a cobrança de valores (se for o caso) de forma padronizada;
- Que os visitantes evitem realizar o percurso desacompanhados, e que, ao realizá-lo, utilizem botas com caneleiras e calças, em virtude da presença de animais peçonhentos na região;
- Que o percurso tenha início nas primeiras horas da manhã, com o mínimo de bagagem possível, e que o visitante leve bastante água e faça uso de protetor solar, sendo recomendada uma parada para descanso a cada geomorfossítio;
- Para que seja feita a visita a todos os geomorfossítios integrantes do roteiro faz-se necessária a utilização de duas trilhas: uma partindo da área de fronteira entre São José do Piauí e Bocaina, e outra de São João da Canabrava-PI.

Quanto ao roteiro, na primeira trilha, no limite entre São José do Piauí e Bocaina, partindo da entrada da primeira Cidade de Pedras, é possível percorrer todo o percurso a pé (Figura 2) e visitar os geomorfossítios Lajedo “mini Cidade de Pedras”, Pedra Furada, Pedra do Tamanduá, Mirante do Castelo, Vale Ruiniforme e Pedra do Castelo, abrangendo cerca de 5 km, em aproximadamente 6 horas.

Indica-se a divisão deste percurso em dois momentos, com parada para almoço ou lanche, o que favorece a necessidade de infraestrutura adequada, a exemplo da existência de restaurante ou pontos de parada e descanso. Sugere-se que o geomorfossítio Mesa de Pedra seja visitado em outro momento, tendo em vista sua distância em relação aos demais.

Figura 2 - Sugestão de roteiro geoturístico para a primeira Cidade de Pedras



Fonte: Silva (2017).

A segunda trilha do roteiro compreende a área da segunda Cidade de Pedras, em São João da Canabrava, englobando os geomorfossítios Olho D'água Jacaré, Riacho de Pedras e Pedra Casco de Tartaruga (Figura 3). Essa parte do roteiro pode ser feita em um único dia, no período máximo de 4 horas, haja vista que boa parte do percurso (14 km) pode ser feita em veículos automotores (desde o Olho D'água até 500 metros do Riacho de Pedras), sendo que a parte final do percurso, feita a pé, compreende aproximadamente 2 km.

Figura 3 - Sugestão de roteiro geoturístico para a segunda Cidade de Pedras



Fonte: Silva (2017).

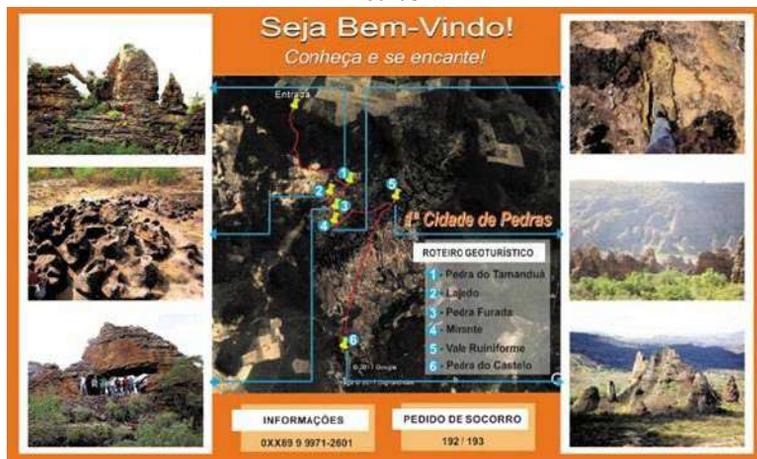
Painéis

Para Hose (2000) e Moreira (2008), os painéis interpretativos devem ser atrativos, ricos em figuras, com o uso de pouco texto e espaços em branco (condicionando uma leitura e interpretação rápidas). Além disso, devem possuir um vocabulário de fácil compreensão, sendo a localização do painel fundamental para a sua eficácia (MOREIRA, 2008).

Para as Cidades de Pedras, indicam-se painéis mistos: informativos (com a indicação de distâncias, nomes de lugares, entre outros) e interpretativos (com explicações das principais características do lugar), abordando os aspectos geológicos e geomorfológicos, assim como os principais elementos da geodiversidade local, com predomínio de imagens.

Propõe-se para o primeiro painel (Figura 4), a ser afixado na entrada principal da primeira Cidade de Pedras, a utilização de imagem de satélite, contendo todos os locais a serem visitados dispostos no centro, formando uma espécie de mapa de localização, com fotografias destes nas laterais, assim como números de telefones para informações sobre a área, bem como para pedido de socorro, localizados na parte central inferior do painel.

Figura 4 - Sugestão de painel a ser instalado na entrada da primeira Cidade de Pedras

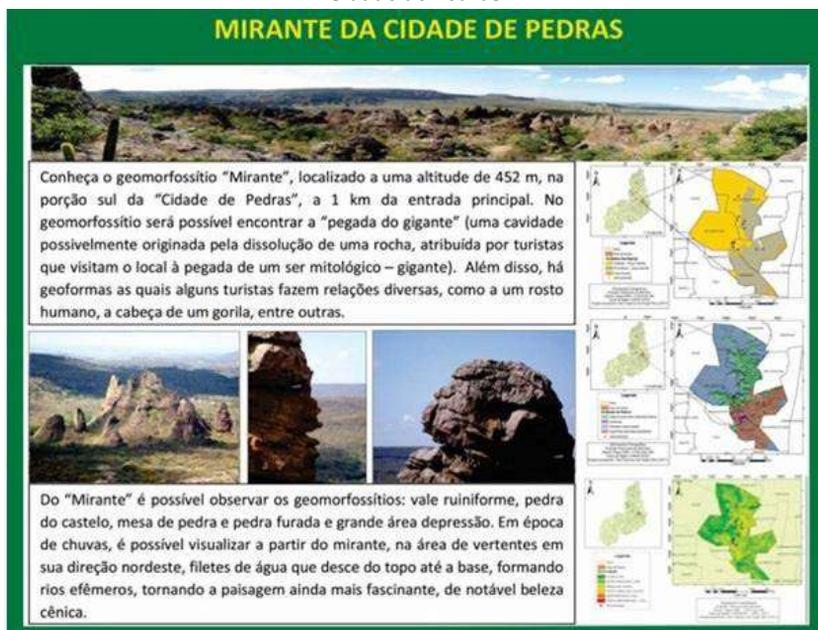


Fonte: Silva (2017).

Sugere-se para o segundo painel (Figura 5) a utilização de fotografia panorâmica na parte superior e mapas (de declividade, geologia, geomorfologia) na lateral. Indica-se o uso de textos em linguagem acessível a diversos públicos no centro, acompanhado de fotografias. Acredita-se que tais painéis sirvam de propaganda e incentivo à visitação dos geomorfossítios.

O tamanho sugerido para o painel é de 120 cm x 90 cm, sendo que ele pode ser disposto tanto na lateral como na vertical, tendo base fixada a uma altura que permita a leitura por crianças e cadeirantes, confeccionada em ferro galvanizado ou em madeira envernizada.

Figura 5 - Sugestão de painel a ser instalado ao longo da trilha, na primeira Cidade de Pedras



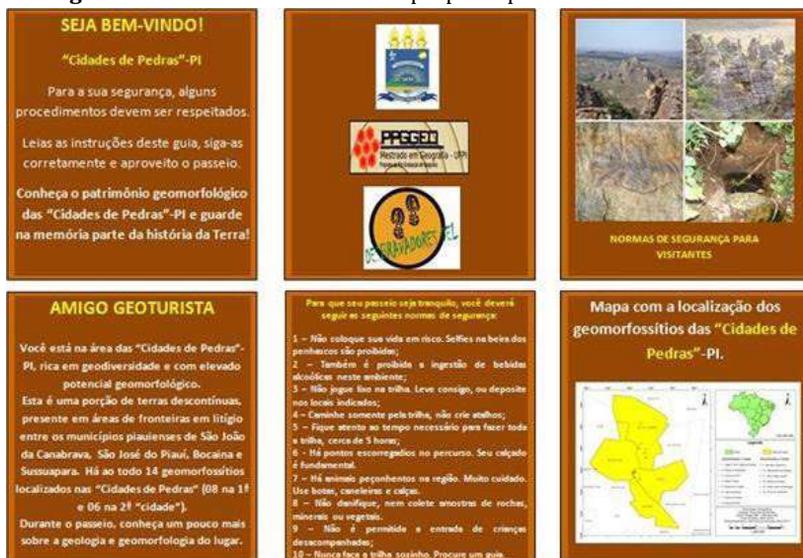
Fonte: Silva (2017).

Pode-se ainda aplicar vidro ou acrílico sobre o adesivo a fim de torná-lo mais resistente. A fonte sugerida é "Bodoni MT", em tamanhos variáveis, conforme a extensão do texto e a disposição deste no painel.

Guia de bolso

Os guias de bolso, por serem pequenos, podem funcionar como mini *folders*, podendo conter mapas de localização, informações variadas e fotos. Podem ser utilizados durante o roteiro geoturístico e levados para casa pelos visitantes, funcionando, assim, como um elemento de valorização e divulgação da área. Para as Cidades de Pedras, Silva (2017) propõe a criação de um guia de bolso contendo normas de segurança e um mapa de localização dos geomorfossítios (Figura 6).

Figura 6 - Modelo de Guia de Bolso proposto para as Cidades de Pedras



Fonte: Silva (2017).

Para a confecção do guia de bolso, indica-se a utilização de papel *couché* ou similar, em tamanho A4, na orientação paisagem, com 9 cm de altura e 24 cm de largura, de modo que em uma única página possa ser impressa a frente e o verso do guia. Este deve ser dobrado em três partes preenchidas em frente e verso, resultando em seis. Na parte frontal devem constar fotos e identificação do objetivo do material, em caixa alta. No verso, indica-se a divulgação de patrocinadores ou logotipo do lugar.

Dentro do guia sugere-se que seja feita a apresentação sucinta do lugar, sejam elencadas as normas de segurança, mapa de localização dos geomorfossítios e uma página de boas-vindas.

Os guias, além de normas de segurança, podem conter outros objetivos distintos; porém, recomenda-se sempre relacioná-los ao geopatrimônio local no sentido de evidenciá-lo em diversas situações.

Folders

De acordo com Meira (2016), os *folders* devem ser claros e concisos a fim de que possam cumprir a sua função de informar. É preciso planejamento e objetividade na elaboração, pois quando este

contém textos longos ou desconexos, não usam imagens, ou utilizam cores e tamanhos da fonte desproporcionais, tornam-se pouco atrativos.

Para Moreira (2008, p. 264), os *folders* são um meio de baixo custo e que podem conter os principais pontos onde é interessante realizar a interpretação, podem ter mais informações do que as disponíveis nos painéis interpretativos e serem relacionados a diversos temas. Os visitantes podem levar os *folders* para lê-los e relê-los a qualquer instante, o que faz com que cumpram melhor o papel da comunicação do que os painéis (que são estáticos).

Quanto ao tipo de informação disponível nos *folders*, é importante que estes contenham dados sobre o patrimônio geológico, geomorfológico e sobre os elementos que o compõem, a fim de deixar o leitor mais familiarizado com estes temas.

O *folder* (Figuras 7 e 8) poderá receber melhoria em seu *layout* e conteúdo por profissionais de comunicação visual e ser adotado como elemento auxiliar no roteiro geoturístico abordado nesta comunicação, sendo útil ainda na valorização e divulgação do patrimônio geológico-geomorfológico das Cidades de Pedras.

Figura 7 - Modelo de folder proposto para as Cidades de Pedras (Frente)



Fonte: Silva (2017).

Figura 8 - Modelo de *folder* proposto para as Cidades de Pedras (Verso)



Fonte: Silva (2017).

De forma geral, o *folder* tem como objetivo apresentar ao público aspectos da geodiversidade e do patrimônio geológico-geomorfológico da área, por meio da difusão das principais características dos geomorfossítios presentes na região, buscando conscientizar a sociedade para a necessidade de conservação destas áreas e ajudando os visitantes a entenderem o processo evolutivo da estrutura geológica e formas de relevo locais.

Para a confecção destes materiais, sugere-se a utilização de folha de papel *couché* no tamanho A4 (210 mm por 297 mm), na orientação paisagem, dobrada em três partes preenchidas em frente e verso, resultando em seis partes ao todo. À frente do *folder* é indicada a utilização de título atrativo, em caixa alta, acompanhado de fotografia. Para o verso indica-se a divulgação de possíveis patrocinadores, bem como endereços eletrônicos onde o visitante possa obter mais informações sobre os conteúdos presentes no material.

Dentro do *folder* é recomendado deixar claro o seu objetivo, além de informações sobre distâncias, mapa de localização dos geomorfossítios, fotografias e demais dados sobre eles. É possível ainda utilizar textos que abordem a geodiversidade, geopatrimônio e demais temas afins, bem como fauna e flora, todos em linguagem acessível a diversos públicos - textos curtos, com letras em cores e

tamanhos de fácil leitura. Os *folders* podem ser doados (caso haja verbas públicas ou patrocínios) ou vendidos, tendo a renda revertida na manutenção da própria área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aqui apresentado teve como objetivo propor a criação de um roteiro voltado ao geoturismo nas cidades de Pedras, Piauí, com o intuito de divulgar aos geoturistas aspectos relacionados à geodiversidade da área, por meio de atividades relacionadas à educação e interpretação ambiental. Abordou-se a importância da educação ambiental enquanto mecanismo de valorização do geopatrimônio e concretização do geoturismo.

O geopatrimônio, enquanto conjunto de áreas excepcionais da geodiversidade, que inclui toda a natureza abiótica e representa a base sobre a qual se desenvolve a vida, necessita de preservação devido à importância que representa para a humanidade, assim como em virtude dos riscos a que está exposto. Assim sendo, o geoturismo se evidencia como uma das estratégias de geoconservação.

Os roteiros geoturísticos representam uma forma viável e eficaz de inter-relação do geoturismo, educação e interpretação ambiental, contemplando, ainda, estratégias de valorização e divulgação do geopatrimônio.

Neste estudo foi proposto para as áreas localizadas na mesorregião Sudeste Piauiense, microrregião de Picos, conhecidas como Cidades de Pedras (ou Capadócia do Sertão), um roteiro geoturístico composto por trilhas interpretativas, com o auxílio de elementos de interpretação ambiental (painéis, guias e *folders*), a serem utilizados em atividades de educação ambiental através do geoturismo, levando os visitantes a além da mera contemplação da paisagem, incluindo o entendimento dos processos da gênese e evolução da geologia e geomorfologia da área, destacando-se os elementos da geodiversidade dotados de valores patrimoniais, notadamente os geomorfossítios indicados por Silva (2017).

Ressalta-se que a proposição de novos instrumentos com vistas à valorização e divulgação das Cidades de Pedras e que auxiliem em sua geoconservação e no uso sustentável da área serão sempre necessárias.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, n. 3, 1969.

ALENCAR, R. **A geodiversidade da Ilha de Santa Catarina**: explorando seu valor didático no 6º ano do ensino fundamental. 2013. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

AZEVEDO, U. R. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para criação de um geoparque da UNESCO. 2007. 233f. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. O Geoturismo como instrumento em prol da divulgação, valorização e conservação do patrimônio natural abiótico – uma reflexão teórica. **Revista Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 2, n. 3, 2010, p. 55-65.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geomorfologia fluvial e geoturismo: o potencial turístico de quedas d'água do município de Indaiatuba, Minas Gerais. **Revista Científica da Seção de Espeleoturismo da Sociedade Brasileira de Espeleologia**, v. 2, n. 1, 2009.

BRASIL. **Lei n. 9.795, de 27 de Abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 28 abr. 1999.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geosit**: cadastro de sítios geológicos. 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/geosit>. Acesso em: 05 abr. 2017.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB). **Base de dados (shapefiles)**: arquivos vetoriais, 2014. Disponível em: http://geowebapp.cprm.gov.br/ViewerWEB/index_geodiv.html. Acesso em: 20 fev. 2017.

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

GUIMARÃES, T. O. **Geoconservação**: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropol-

tano Armando de Holanda Cavalcanti Cabo de Santo Agostinho/PE - Brasil. 2013. 153f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

HOSE, T. A. Geoturismo europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. *In*: BARETINO, D.; WINPLENDON, W. A. P.; GALLEGU, E. (Org.). **Patrimonio geológico: conservación y gestión**. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2000.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados (*shapefile*)**: arquivos vetoriais. 2015. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2017.

LOPES, L. S. O. **Geoconservação e Geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí**. Teresina, 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2011.

MEIRA, S. A. **Pedras que Cantam: O Patrimônio Geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil**. 2016. 173f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2016.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 20 jul. 2017.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas**. 2008. 428f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

NASCIMENTO, A. L.; SCHOBENHAUS, C.; MEDINA, A. I. M. Patrimônio geológico: turismo sustentável. *In*: SILVA, C. R. (Org.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**, v. 112, n. 2, 2001.

OLIVEIRA, P. C. A. **Avaliação do patrimônio geomorfológico potencial dos municípios de Coromandel e Vazante, MG**. 2015. 176f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2015.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C.R. **Gloucestershire cotswolds: geodiversity audit & local geodiversity action plan**. Miro: Gloucester, 2005.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação - aplicação ao Parque Nacional de Montesinho. 2006. 395f. Tese (Doutorado em Ciências: Geologia). Universidade do Minho. Braga, 2006.

PIEKARZ, G. F.; LICCARDO, A. Painéis Geoturísticos e Geodidáticos. *In*: LICCARDO, A.; GUIMARÃES, G. B. (Org.). **Geodiversidade na Educação**. Ponta Grossa: Studio Texto, 2014.

SILVA, J. F. A. **Geodiversidade e patrimônio geológico/geomorfológico das “Cidades de Pedras” - Piauí**: potencial turístico e didático. 2017. 250f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2017.

STANLEY, M. Geodiversity. **Earth Heritage**, v. 14, 2000.

Índice remissivo

Áreas ripárias, 126

Atributos morfológicos, 146, 147, 152, 156, 164

Bacia hidrográfica, 83, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 130, 131, 133, 136, 139, 140, 142, 143

Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí, 107

Cambissolo, 87, 90, 91, 95, 96

Cartografia, 61, 121, 131

Castelo do Piauí, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 122

Cidades de Pedras, 61, 173, 174, 177, 178, 180, 181, 184, 186, 187, 188, 189, 190, 193

Código florestal, 73, 77, 126, 128, 129, 130, 136

Declividade Média do relevo, 65, 67, 69, 71, 72, 74, 75, 101, 102, 109, 112, 118

Delta, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 92, 95, 97, 98, 169

Desenvolvimento sustentável, 20, 60, 78, 100

Desertificação, 20, 64, 65, 66, 67, 76, 77, 78, 120, 121, 122

Desmatamento, 84, 137, 139

Determinismo, 14, 34

Divulgação, 5, 42, 43, 55, 57, 60, 61, 174, 176, 177, 178, 180, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193

Ecodinâmica, 22, 23, 39, 123, 172

Ecogeografia, 22, 23, 38

Ecossistema ripário, 127

Educação e interpretação ambiental, 174, 176, 177, 190

Ensino de solos, 146, 148, 151, 152, 165, 166, 170, 171

Erodibilidade dos solos, 101, 104, 105, 116, 117, 118

Erosividade da chuva, 77, 102, 103, 114, 118, 122, 123

Erosividade das chuvas, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 101, 102, 103, 108, 109, 114

Espodossolos, 93, 94, 95

Fenomenologia, 10, 18, 19, 27, 34, 35

Fragilidade ambiental, 67, 76, 99, 100, 101, 118, 119, 120, 121, 122, 123

Fragilidade do relevo, 64, 69, 72, 75

Fragilidade morfoclimática, 63, 64, 65, 67, 71, 74, 75

Fronteira agrícola, 120

Geociências, 36, 38, 56, 57, 60, 170, 174, 191, 192

Geoconservação, 3, 5, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 121, 174, 175, 176, 180, 184, 189, 190, 191, 192, 193

Geodiversidade, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 116, 117

Geomorfossítios, 61, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 189, 190

Geopatrimônio, 50, 59, 61, 174, 175, 177, 178, 187, 189, 190

Geossistema, 23, 38, 123

Geoturismo, 46, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 174, 175, 176, 177, 181, 190, 191, 192

Gleissolo, 87, 91, 92, 95, 96

Horizontes, 19, 27, 30, 89, 90, 93, 94, 95, 104, 148, 151, 152, 156, 164, 165

Juazeiro do Piauí, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 122

Levantamento pedológico, 79, 80

Marxismo, 10, 18, 19, 25, 26, 27, 34

Micromonólitos, 61, 173, 174, 177, 178, 190

Microrregião de Picos, 32, 102, 104, 115

Neossolo, 73, 87, 89, 93, 94, 95, 96, 105, 109, 158, 159, 164, 168, 180

Paisagem, 17, 23, 35, 45, 47, 51, 52, 61, 64, 80, 86, 98, 100, 120, 121, 131, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 187, 189, 190

Paradigma fragmentário, 10, 11, 13, 14, 17, 30

Patrimônio geológico, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 175, 176, 180, 181, 188, 189, 191, 192, 193

Patrimônio geomorfológico, 3, 42, 48, 51, 52, 53, 57, 58, 60, 61, 192, 193

Patrimônio natural abiótico, 191

Pensamento geográfico, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 15, 16, 18

Perfil de solo, 147, 148

Piauí, 3, 5, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 85, 96, 97, 98, 99, 100, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 131, 133, 135, 136, 137, 143, 146, 147, 152, 155, 171, 173, 174, 177, 178, 179, 180, 182, 190, 192, 193

Planejamento ambiental, 38, 58, 64, 122

Planejamento e gestão ambiental, 65

Planossolo, 87, 89, 90, 95, 96

Possibilismo, 15, 34

Recurso didático, 151, 165

Recursos naturais, 6, 13, 20, 33, 49, 52, 65, 80, 97, 131, 137, 139, 140, 171

Relação solo-paisagem, 145, 146, 147, 149, 150, 152, 156

Rio Itaqueira, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Roteiro geoturístico, 173, 177, 181, 183, 184, 186, 188, 190

Sistema de Informação Geográfica, 101

Solo, 3, 5, 24, 45, 46, 47, 51, 54, 64, 65, 66, 67, 73, 76, 77, 80, 81, 84, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 109, 112, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 126, 137, 131, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 180

Sustentabilidade, 23, 31, 80, 127, 137, 140, 143, 176

Toposequência, 146, 147, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 163, 166, 167, 168, 170

Unidades de mapeamento, 23, 31, 80, 127, 137, 140, 143, 176

Valoração, 47, 53, 58

Valorização, 12, 17, 20, 25, 27, 28, 31, 32, 102, 103, 104, 106, 107, 111, 113, 114, 115

Vertissolo, 87, 90, 96

Vulnerabilidade, 23, 36, 54, 55, 98, 116, 125, 131, 132, 139, 140



Este livro foi composto em fonte Cambria, impresso no formato 15 x 22 cm em off set 75 g/m², com 198 páginas e em e-book formato pdf. dezembro de 2020.

A geodiversidade e a educação em solo, bem como pesquisas e desafios contemporâneos relacionados às bacias hidrográficas, compõem o cerne desta obra, que traz de volta ao protagonismo as discussões teóricas em Geografia Física, que parecem ser deixadas de lado nos últimos anos. A grandeza da contribuição recai, ainda, na opção pelo objeto de estudo, que nos remete a aportar no espaço de vivência dos autores, no caso o estado do Piauí. Este se torna o baluarte do olhar cobiçado dos pesquisadores, tomando-o como projeção das análises, sempre amparados com o rigor científico, em seus alicerces teóricos e metodológicos.

Financiamento e apoio



ISBN 978-658742941-0



9

786587

429410