

---

# Zoneamento geoambiental

---

do planalto da Ibiapaba: municípios de  
Tianguá e Ubajara, Nordeste do Brasil

---

Geoenvironmental zoning of the Ibiapaba plateau:  
municipalities of Tianguá and Ubajara,  
Northeast of Brazil

**Francisco Leandro de Almeida Santos**

**Flávio Rodrigues do Nascimento**

Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza (CE), Brasil  
Leogeofisico@gmail.com; flaviorn@yahoo.com.br

---

### Resumo

Este trabalho apresenta um estudo integrado da paisagem por meio da elaboração de uma proposta de zoneamento geoambiental para o planalto da Ibiapaba, Nordeste do Brasil, Ceará. Nesse aspecto, os municípios de Tianguá e Ubajara representam o recorte espacial de análise, justificando-se pela ação articulada dos agentes produtores do espaço no processo de estruturação das tipologias de uso e ocupação como vetores de pressão responsáveis pela degradação ambiental e a perda da biodiversidade primária. Os procedimentos operacionais foram divididos em quatro etapas: 1) revisão da literatura; 2) interpretação de imagens orbitais; 3) elaboração do mapeamento temático; 4) trabalho de campo. Os resultados estabeleceram uma proposta de zoneamento geoambiental subsidiando diretrizes ao ordenamento do território, através de um modelo de desenvolvimento economicamente viável pautado no uso sustentável dos recursos naturais em consonância com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais.

**PALAVRAS CHAVE:** sistemas ambientais; agentes produtores do espaço; tipologias de uso e ocupação; degradação ambiental; recursos naturais.

### Abstract

This work shows an integrated study of the landscape, which elaborated a proposal for geoenvironmental zoning of Ibiapaba Plateau in Ceará, State of the Brazilian northeast region. In this respect, Ubajara and Tianguá cities represent the territorial cutting analyzed, being justified by the articulated action of the space producers in the process of structuring land use and cover types as pressure vectors responsible for environmental degradation and the primary biodiversity loss. The operating procedures were divided into four steps: 1) Literature review; 2) Interpretation of orbital images; 3) Elaboration of the thematic mapping; 4) Fieldwork. The results determined a proposal for geoenvironmental zoning, subsidizing guidelines on land use planning through a cost-effective development model ruled by the sustainable use of natural resources in line with the capacity to support environmental systems.

**KEY WORDS:** environmental systems; space producers; land use and cover types; environmental degradation; natural resources.

## 1. Introdução

As sucessivas revoluções técnico-científicas transformaram radicalmente o homem como ser social. Há estreito paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas. Sob esse aspecto, a crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias primas como o carvão mineral, petróleo e recursos hídricos, têm alterado de modo evidente o cenário da terra e levando com frequência a processos degenerativos profundos na natureza (Ross, 1994).

No Brasil, os reflexos da problemática ambiental surgiram a partir das décadas de 1960 e 1970, com a implantação do modelo nacional-desenvolvimentista como forma de inserir o país na economia globalizada, permitindo a intensa exploração dos recursos naturais para atender os interesses do capitalismo financeiro internacional.

Nesse contexto, a repercussão institucional imediata no país remete-se à rápida proliferação de entidades de defesa do meio ambiente, e do poder público, à criação de órgãos ambientais. Esse percurso foi marcado pela pressão latente entre as necessidades de proteção ambiental e do modelo de desenvolvimento econômico a ser adotado pelo país no capitalismo mundial (Del Prete e Matteo, 2006).

A introdução da Política Nacional do Meio Ambiente (PMNA), através do decreto 6.938 de agosto de 1981, representa um importante marco histórico para regulamentação das políticas ambientais no Brasil, a exemplo do zoneamento ambiental, cuja finalidade parte do princípio de conciliar os imperativos do desenvolvimento econômico com a necessidade de se proteger e melhorar as condições de vida locais (Seiffert, 2011).

Conforme o Decreto Federal nº 4.297/2002 que regulamenta o art. 9º inc. II da lei nº 6938/81, o ZEE (Zoneamento Ecológico-Econômico) constitui-se em um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente que atua na organização e ordenamento do território. O ZEE dispõe de todo um aparato jurídico-institucional dotado de metodologia científica e de origem multidisciplinar, imprescindível para redirecionamento das atividades produtivas em sintonia com a sustentabilidade dos sistemas ambientais, presumindo a divisão do território em zonas, de acordo com as necessidades de exploração, conservação e recuperação dos recursos naturais (Brasil, 2001).

Sob esse aspecto, a introdução do agronegócio nos municípios de Tianguá e Ubajara contribuiu para instalação de diversos problemas ambientais com implicações negativas sobre a capacidade produtiva dos recursos naturais. A esse respeito, o processo de expansão das fronteiras agrícolas potencializa a devastação da cobertura vegetal, descaracterização da paisagem primitiva e a perda da biodiversidade como principais indicadores que evidenciam a ruptura do equilíbrio dinâmico nos sistemas ambientais.

Desta forma, o zoneamento geoambiental torna-se um instrumento imprescindível que possui relevância para sociedade por traçar diretrizes ao ordenamento territorial a partir dos estudos integrados da paisagem como paradigma teórico-metodológico das estratégias que contemplam o uso disciplinado dos recursos naturais.

Deste modo, a proposta de zoneamento geoambiental do planalto da Ibiapaba se constitui em um desdobramento das diretrizes metodológicas do Programa ZEE (Brasil, 2001), e dos estudos integrados da paisagem, delineando zonas de planejamento que definem no âmbito da tomada de decisões públicas, a recuperação de áreas degradadas, preservação e conservação da bio-

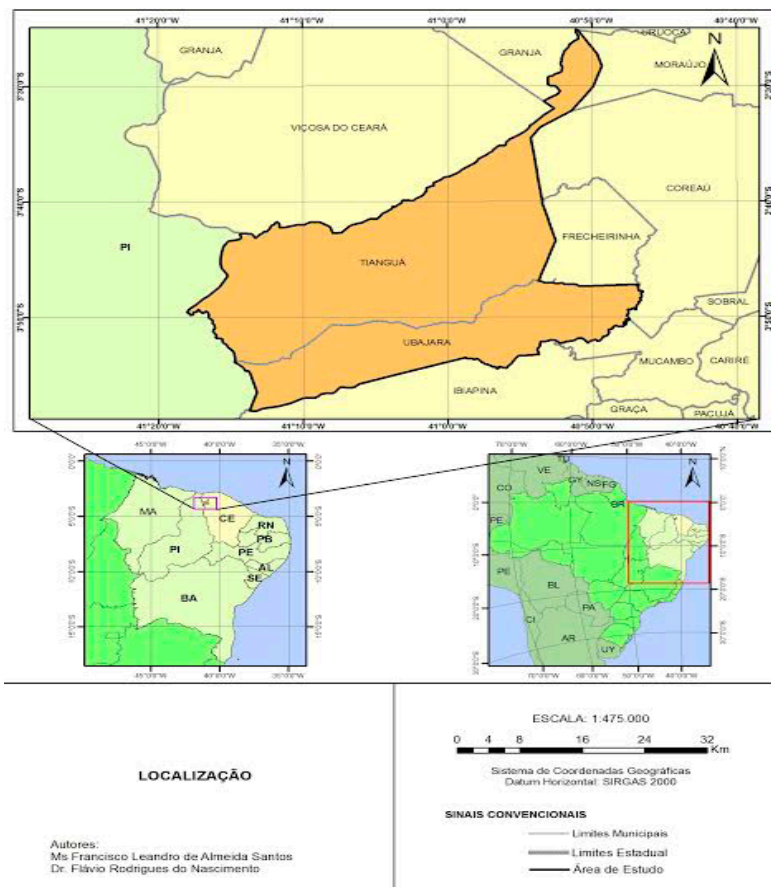
diversidade e utilização dos serviços ambientais na cadeia produtiva a partir de um modelo de sustentabilidade ecológica-econômica.

Os municípios de Tianguá e Uajarara estão localizados no setor noroeste do estado do Ceará integrando a porção setentrional do planalto da Ibiapaba. Por consequência, se somadas à dimensão real dos dois municípios em epígrafe, a área equivalente chega a 1.329,93km<sup>2</sup>. A área se limita ao norte com os municípios de Moraújo, Granja e Viçosa do Ceará, ao sul com Ibiapina e Mucambo, a leste com Moraújo, Frecherinha, Coreau e Mucambo e a oeste, com o estado do Piauí (IPECE, 2014). Como ilustra o mapa abaixo (FIGURA 1).

## 2. Materiais e métodos

A discussão da base de método da pesquisa pauta-se na importância da matriz geossistêmica para os estudos integrados da paisagem em geografia física, com base em Bertrand (1972). Souza (2000) faz adaptações na metodologia de Bertrand (1972), para compartimentação dos sistemas ambientais através do critério geomorfológico como guia para delimitação das paisagens (Geossistemas e Geofácies), dada as suas condições de síntese dos processos ambientais. Os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de uma compartimentação mais rigorosa e precisa.

FIGURA 1 Localização da área de estudo



O mapa de lineamentos estruturais foi produzido a partir da utilização de uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90m sobreposta à base cartográfica da CPRM (2003) para extração das principais zonas de cisalhamento na área do noroeste do estado do Ceará. Assim, o mapeamento foi realizado pelo SIG Q GIS 2.18 na escala de 1:400.000, demonstrando a disposição do Lineamento Transbrasiliano na morfologia de superfície, além das zonas de cisalhamento que deformam o embasamento pré-cambriano em caráter compressional, extensional, transcorrente dextral e sinistral.

As tipologias de uso e ocupação foram identificadas através da análise de imagens orbitais do satélite LANDSAT 8 com resolução espacial de 15m. A imagem foi fusionada no software SPRING 5.5.5 com base no método IHS (*Intensidade, Hue e Saturação*) para visualização das atividades econômicas que compõem a produção do espaço geográfico. Conforme Florenzano (2008), o sistema de cores IHS apresenta vantagem em relação ao RGB (*Red, Green, Blue*), uma vez que discrimina a formação de cores de maneira mais próxima daquela percebida pelo sistema visual humano. Desta forma, a técnica IHS contribui no realce das transformações sobre as feições da paisagem e na integração de dados multissensores.

Após o tratamento da imagem, a vetorização e composição da legenda foram realizadas no software Q GIS 2.18, gerando o mapeamento na escala de 1:220.000.

O mapa de zoneamento geoambiental foi gerado a partir da correlação e sobreposição dos arranjos espaciais dos sistemas ambientais e das tipologias de uso e ocupação da terra. Assim, as zonas foram vetorizadas no QGIS 2.18 na escala de 1:220.000. Desta feita, a elaboração de quadros sínteses representa a sumarização das diretrizes que integram a proposta de ordenamento de cada zona de planejamento.

### 3. Condicionantes morfoestruturais

O planalto da Ibiapaba corresponde a um compartimento de relevo que representa a borda oriental da bacia sedimentar do Parnaíba, através de um escarpamento abrupto e contínuo no contato com a depressão periférica e um reverso de caimento topográfico suave para oeste em direção ao estado do Piauí, configurando-se em morfologia de cuesta.

A sinéclise do Parnaíba foi atulhada na fase pós orogênese com sedimentos oriundos da Cadeia Brasileira, destruída por colapso tectônico e erosão. Nesse período, os terrenos apresentavam um novo desequilíbrio térmico, isso produziu o arrefecimento das temperaturas com processo de afundamento crustal. Esse processo gerou uma expressiva depressão intracratônica com fossas precursoras delimitadas por extensas falhas normais, instaladas a partir da subsidência dos lineamentos Transbrasiliano e Picos-Santa Inês (Cunha, 1986; Góes e Feijó, 1994; Claudino-Sales, 2016).

O Grupo Serra Grande pode ser subdividido em três unidades a partir da base pelas formações Ipú, Tianguá e Jaicós (Caputo e Lima, 1984; Góes e Feijó, 1994; Vaz *et al.*, 2007). Conforme Oliveira e Mohriak (2003), o início da sedimentação (Formação Ipú) ocorre a partir de 440 Ma, demarcando as primeiras incursões de mares epicontinentais da bacia.

Em território brasileiro, o Lineamento Transbrasiliano estende-se por uma distância de 2.700 km, desde o noroeste do Ceará (onde é localmente chamado de Lineamento Sobral-Pedro II), atravessando a sinéclise do Parnaíba, até o noroeste da bacia do Paraná, na região do sudoeste do Mato Grosso do Sul, seguindo possivelmente até os limites entre os crátons do rio da Prata e Pampia (Rapela *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2010; Chamani, 2011). Corresponde umas das principais zonas de suturas de amalgamação e da gênese do Gondwana (Brito Neves e Cordani, 1991).

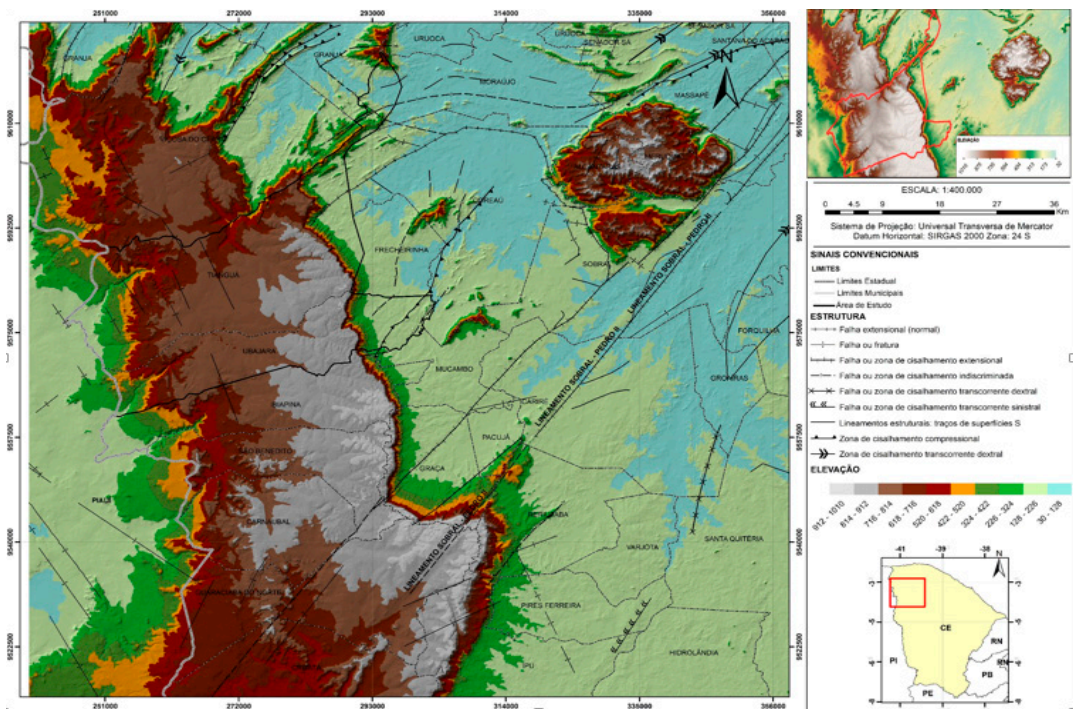
Maia e Bezerra (2014) salientam a importância da reativação das zonas de cisalhamento transcorrentes pré-cambrianas em caráter rúptil e dúctil para ocorrência de deformações tectônicas sobre o relevo do nordeste brasileiro. No planalto da Ibiapaba, o Lineamento Transbrasiliano representa a expressão geomorfológica dos campos de tensões em condições de nível crustal profundo. A referida zona de cisalhamento recebe o topônimo de Lineamento Sobral-Pedro II, delimitando os principais alinhamentos de cristas e vales incisos. Desta feita, os *trends* estruturais se estendem e orientam a dissecação fluvial nos vales subsequentes do rio Jaibas e parte do rio Acaraú, controlando a morfologia de superfície na direção NE-SW.

Claudino-Sales e Peulvast (2007) sugerem que o soerguimento do setor setentrional da Ibiapaba está ligado as reativações do Lineamento Trans-

brasiliano (Lineamento Sobral-Pedro II) durante o Cretáceo, pois o escarpamento que caracteriza a sua borda, modelada em *glint*, se estende de norte a sul por mais de 500km registrando deformação nas rochas exumadas do embasamento cristalino brasileiro e pós brasileiro.

A FIGURA 2 a seguir expõe a disposição morfoestrutural na borda da sinéclise, das principais zonas de cisalhamento herdadas do ciclo brasileiro, que foram reativadas em regimes extensionais, compressivos e transcorrentes pelo processo de rifeamento do continente Gondwana. Neste caso, a tectônica justifica a ocorrência do embasamento cristalino numa cota altimétrica de 600m no contato na forma de *glint*, remontando evidências de reativação do Lineamento Transbrasiliano no Cretáceo através de um soerguimento regional do relevo no flanco norte do planalto da Ibiapaba.

FIGURA 2 Lineamentos estruturais do setor setentrional do planalto da Ibiapaba.  
Base cartográfica: CPRM (2003), elaborado pelos autores



#### 4. Compartimentação geoambiental

Souza (2000), à luz do método geossistêmico de Bertrand (1972), faz adaptações sobre a definição das unidades de paisagem com base no critério geomorfológico, sendo delimitadas as unidades maiores (geossistemas) e unidades menores (geofácies). Conforme o mapa de sistemas ambientais abaixo, na FIGURA 3.

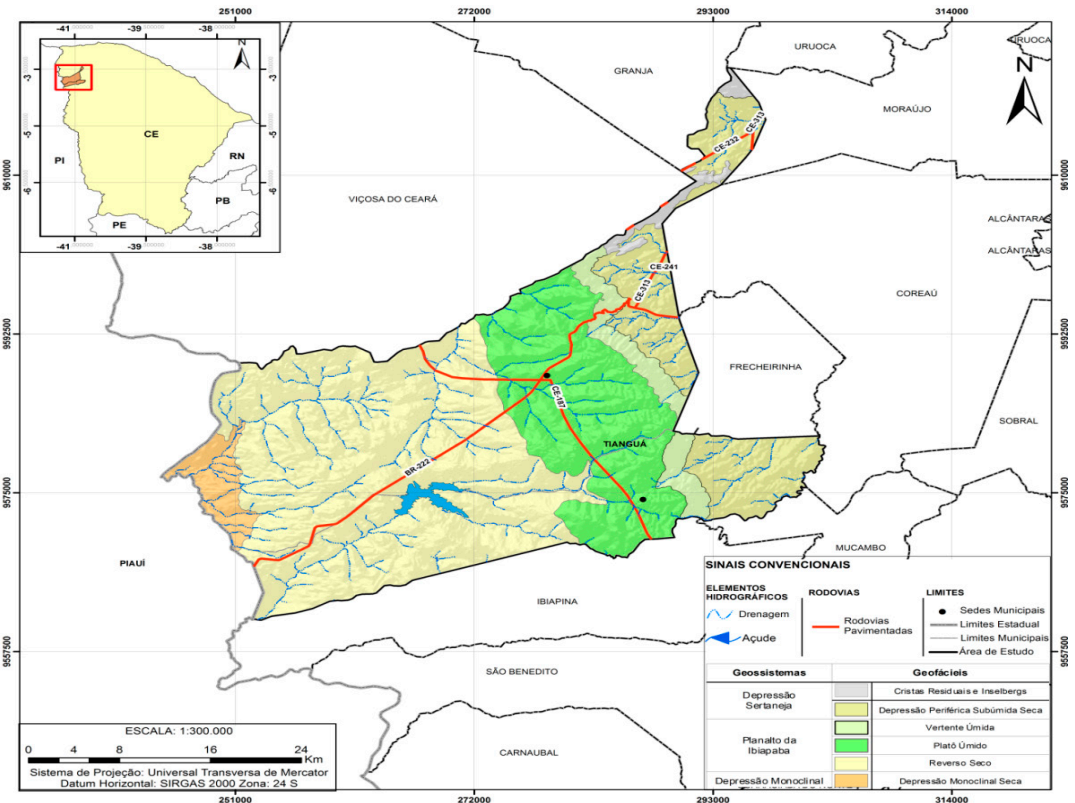
A escarpa do *glint* da Ibiapaba, se sobressai como uma cuesta com ruptura topográfica acima de 700m, modelada na forma de um *glint* (o relevo *glint* é caracterizado pelo fato de ser uma cuesta cujo sopé e/ou vertentes sustentadas por rochas cristalinas, e não sedimentares). Apresenta front dissecado, mantido pelas rochas do Grupo Serra

Grande sobrepostas ao embasamento cristalino menos resistente à erosão (Claudino-Sales, 2016).

Ab' Saber (1969) expõe a influência dos processos morfoclimáticos do Quaternário sobre os compartimentos de relevo do nordeste do Brasil. O arranjo fitogeográfico testemunha as variações climáticas do Quaternário frente à existência de refúgios ecológicos da Mata Atlântica em meio ao ambiente semiárido. Nas condições atuais, a mata úmida ocupa os níveis de cimeira do planalto a partir da retração das espécies para os setores onde a dinâmica ambiental ainda se mantém próxima das que deram origem a esse contexto geobotânico. Tais condições esboçam a configuração de um verdadeiro brejo de altitude no contexto das caatingas semiáridas.

FIGURA 3 Sistemas Ambientais. Base cartográfica: EMBRAPA (2014)

FONTES: AUTORES



Nessa linha de interpretação, a evolução do planalto da Ibiapaba ocorre, ora pelo predomínio da erosão química através do entalhe da rede hidrográfica pela dissecação e abertura prévia dos vales, ora pela atuação da erosão mecânica através da ação simultânea do recuo paralelo da escarpa com a exumação do embasamento cristalino na área da depressão periférica. Desta forma, a dissecação do relevo pela drenagem obsequente colocara em evidência o trabalho seletivo da erosão diferencial, denunciando a ocorrência de festonamentos no *front* e morros testemunhos na área da depressão periférica como resultante do recuo pronunciado da escarpa modelada em *glint* por complexos esquemas circundesnudacionais.

O arranjo espacial da superfície sertaneja resulta do recuo do planalto da Ibiapaba para oeste como reflexo da condição de semiaridez quaternária. A coalescência das rampas de pedimentação possibilitou a existência de *inselbergues* e cristas residuais como resultado da morfogênese mecânica sob os compartimentos geomorfológicos, onde se sobressaíram setores de maior resistência litológica frente ao aplainamento progressivo do relevo regional.

Há a predominância de Neossolos Litólicos na área da depressão periférica, ocorrendo também a presença de Argissolos Vermelho-Amarelos nas superfícies suavemente dissecadas no contato com a base da escarpa do planalto da Ibiapaba (Santos e Nascimento, 2017).

Nas cristas residuais e *inselbergues*, há a dispersão fitogeográfica do bioma Caatinga que recobre solos de tênue evolução pedogenética, como os Neossolos Litólicos. Na vertente do planalto, os Argissolos Vermelho-Amarelos típicos apresentam-se moderadamente profundos (0,50 a 1,0m) com fertilidade natural de média a alta. Ocorrem nas feições aguçadas da frente escarpada da 'cuesta' revestidos por uma estreita faixa de transição vegetacional entre a caatinga e a mata

plúvio-nebular representadas por formações florestais semidecíduas (Souza e Oliveira, 2006).

A disposição do relevo frente ao deslocamento dos ventos úmidos provenientes do oceano Atlântico favorece a ocorrência de chuvas orográficas na vertente úmida e no platô úmido, potencializando a existência de um enclave de mata úmida em meio aos sertões semiáridos circunjacentes. Predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos recobertos pela mata plúvio-nebular. A espessura da cornija arenítica é variada de norte para o sul. Próximo à cidade de Tianguá, o arenito repousa de modo discordante sobre os quartzitos (Souza, 2000).

O excedente hídrico ocorre de fevereiro a maio, registrando níveis mais elevados durante trimestre março-abril-maio coincidente ao período da quadra chuvosa. Esse fato se justifica pela atuação da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) na distribuição das chuvas, com efeito orográfico sobre o planalto da Ibiapaba. Desta forma, o déficit hídrico predomina no restante do ano, demonstrando a influência da ecozona semiárida, até mesmo nos enclaves úmidos, onde os totais pluviométricos superam o contexto das depressões sertanejas inseridas no Nordeste seco (Santos e Nascimento, 2017).

No reverso seco a semiaridez prepondera em razão da atenuação das chuvas orográficas sobre a área de disposição do relevo justificando a dispersão fitogeográfica do carrasco em associação com os Neossolos Quartzarênicos. A drenagem possui orientação consequente isolando a superfície em interflúvios tabulares com declives nos rebordos interiores em contato com a depressão monoclinal seguindo o mergulho estratigráfico das rochas sedimentares.

Em contraponto, o controle da morfoestrutura no reverso impõe um comportamento morfoescultural no ajustamento do caimento topográfico. Há o mergulho gradativo das rochas para o eixo da sinéclise, condicionando à adaptação da dre-



nagem consequente que assume padrão paralelo na elaboração de vales pedimentados até confluir para o rio Parnaíba. Além disso, os processos denudacionais promoveram a elaboração de uma depressão monoclinal nos municípios de Tianguá e Ubajara com níveis altimétricos de 200m, em semelhança à depressão sertaneja.

## 5. Tipologias de uso e ocupação da terra

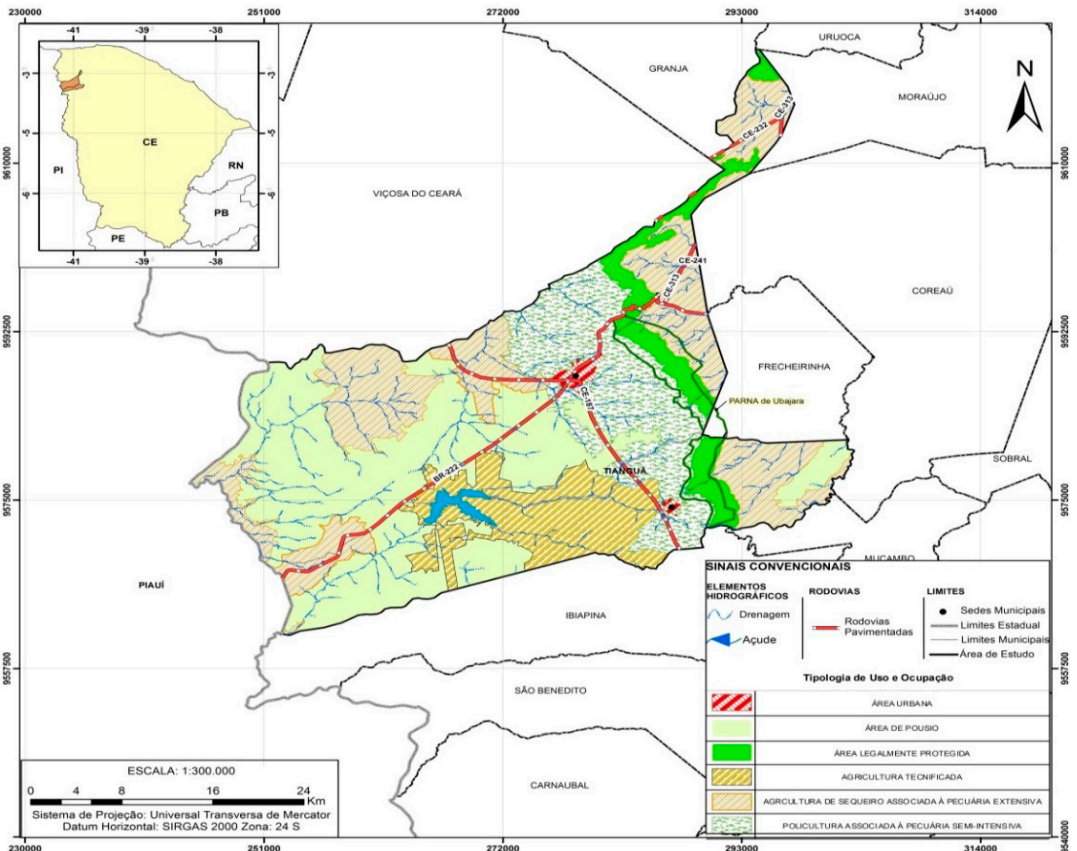
As tipologias expostas na FIGURA 4 abaixo são: 1) Área urbana; 2) Área de pousio; 3) Áreas legalmente protegidas; 4) Agricultura tecnificada;

5) Agricultura de sequeiro associada à pecuária extensiva; 6) Policultura associada à pecuária semi-intensiva.

As tipologias de uso e ocupação da terra estão relacionadas aos modelos de exploração dos recursos naturais, em virtude do seu valor econômico-social e das atividades exercidas em determinadas áreas como agricultura, desenvolvimento urbano, turístico e industrial, além da implantação da estrutura de base sofisticada. Esses fluxos, em geral, são operados entre o local e o global pela atuação dos agentes produtores do espaço, cujos efeitos se manifestam nas mudanças ambientais em diferentes escalas (Nascimento, 2006).

FIGURA 4 Tipologias de uso e ocupação. Base cartográfica: EMBRAPA (2014)

FONTA: AUTORES



As áreas urbanas estão alocadas sobre o platô úmido do planalto da Ibiapaba, dispostas num sentido norte-sul conforme a zona de influência do brejo de altitude. A vegetação primária foi suprimida para ceder lugar às construções residenciais, a impermeabilização de ruas, avenidas e a edificação de prédios comerciais. Além disso, os problemas ambientais remetem-se às condições de infraestrutura domiciliar, principalmente no que tange aos setores desprovidos de esgotamento sanitário, coleta de lixo e sistema de drenagem urbana. Há o empobrecimento da biodiversidade, além da pressão sobre os recursos hídricos nas Áreas de Preservação Permanente pelo crescente adensamento demográfico no interior das sedes urbanas.

As áreas em pouso são consideradas setores de reserva para especulação fundiária e imobiliária. Além disso, compõem as áreas cuja capacidade produtiva dos recursos naturais foi exaurida pela intensa utilização agrícola promovendo a perda da capacidade produtiva dos solos como fator condicionante para a ruptura do equilíbrio dinâmico dos sistemas ambientais.

As áreas legalmente protegidas compreendem à regulamentação do Novo Código Florestal do Brasil (Brasil, 2012), Lei Nº 12651/2012. Correspondem as vertentes escarpadas do planalto da Ibiapaba e cristas residuais na área da depressão sertaneja, no qual a declividade das encostas constitui-se em um fator limitante à ocupação humana. Compreendem setores de uso restrito, além das áreas de preservação permanentes definidas pela legislação ambiental pertinente em regime de proteção compulsória, onde pontualmente se pratica o ecoturismo em vias sustentáveis.

Na vertente úmida, os Argissolos Vermelho-Amarelos possuem condições de média a alta fertilidade natural. Todavia, a legislação ambiental impõe aspectos limitativos ao manejo dos recursos naturais. Trata-se de um ambiente cuja declividade condiciona a ocorrência de movimentos

gravitacionais em condições ecodinâmicas de forte instabilidade.

O Parque Nacional de Ubajara apresenta-se como uma área legalmente protegida em meio ao arranjo do setor produtivo do planalto da Ibiapaba, principal vetor de degradação ambiental da área de entorno da Unidade de Conservação. Conforme Brasil (2000) corresponde a uma Unidade de Proteção integral estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído legalmente pelo poder público com objetivos de preservar a natureza sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais em regime especial de administração, na qual se aplicam garantias adequadas à proteção.

Nessa perspectiva, o ecoturismo se tornou uma alternativa compatível com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais contribuindo para conservação dos recursos naturais disponíveis. Dentre as atividades cabe menção, a visita ao horto florestal através do percurso de trilhas ecológicas com vista para cascatas obsequentes na área da vertente úmida, além do teleférico que dá acesso à gruta de Ubajara, conforme ilustra a **FIGURA 5**.

Na área da depressão periférica subúmida-seca se predomina a agricultura de sequeiro associada à pecuária extensiva. Há pequenos investimentos por parte do estado em infraestrutura para inserção da área na cadeia produtiva do agronegócio. Prevalecem práticas agrícolas de baixo nível tecnológico, com ciclos periódicos geralmente vinculados a quadra chuvosa. Nessas condições, o setor possui baixa produtividade atendendo a demanda de subsistência das populações locais. Em suma, essas áreas são ocupadas pelo cultivo rudimentar do milho, feijão e mandioca com pouco investimento de capital, insumos e mão de obra especializada.

Não obstante, a expansão da agricultura tecnificada nos municípios de Tianguá e Ubajara remete a incorporação da irrigação como mecanismo

que atraiu maciços investimentos de grandes empreendimentos rurais. A disponibilidade hídrica do açude Jaburu e os avanços no campo da tecnologia agrícola propiciaram o aumento da produtividade nos setores de fruticultura e horticultura, potencializando a pressão ambiental sobre na área do reverso seco e parte do platô úmido. Vale ressaltar que a expansão do agronegócio está intimamente associada a ocupação das áreas de preservação permanente. Assim, o incremento

de agrotóxicos e fertilizantes químicos em torno dos rios e reservatórios artificiais comprometem a qualidade dos recursos hídricos, exibindo riscos ao abastecimento de água para população local.

Além disso, a agricultura, associada à pecuária semi-intensiva na área do platô úmido, promoveu o desmatamento da mata plúvio-nebulosa com implicações sobre a biodiversidade, conduzindo a ruptura do equilíbrio dinâmico do ambiente, conforme ilustra a FIGURA 6.

**FIGURA 5** 1: Contato da vertente do planalto da Ibiapaba com a depressão periférica circunjacente na área do Parque Nacional de Ubajara. 2: Teleférico com acesso a Gruta de Ubajara

FONTE: AUTORES (2015)



**FIGURA 6** 1: Produção de maracujá no município de Ubajara. 2: Predomínio do babaçu como indicativo de desmatamento no município de Tianguá

FONTE: AUTORES (2015)



A presença expressiva do babaçu testemunha a distribuição original da mata plúvio-nebular e ao mesmo tempo presume a existência de um estágio avançado de degradação ambiental. Não obstante, o desmatamento generalizado do conjunto vegetacional primitivo faz com que essas espécies passem a prevalecer na paisagem secundária, visto a sua maior resistência nos processos de competição biológica. A disponibilidade hídrica do enclave úmido da Ibiapaba e as características naturais dos Latossolos Vermelho-Amarelos, favorecem a introdução de policulturas variadas nas diferentes propriedades rurais. No entanto, os produtores recorrem ao emprego de agrotóxicos, fertilizantes químicos e corretivos de acidez, no intuito de adequar a atividade agrícola às condições de baixa fertilidade natural dos solos.

## 6. Proposta de zoneamento geoambiental

O zoneamento geoambiental dos municípios de Tianguá e Ubajara se fundamenta na sobreposição dos arranjos espaciais dos sistemas ambientais e das tipologias de uso e ocupação da terra (FIGURA 7). Desta forma, o mapeamento foi realizado na escala de trabalho de 1:50.000, gerando o zoneamento geoambiental na escala de 1:220.000. Além disso, as zonas de planejamento são sumarizadas nas tabelas síntese abaixo, elucidando as diretrizes que integram cada de zona de planejamento aplicada nos territórios dos municípios de Tianguá e Ubajara:

FIGURA 7 ZEE aplicado aos municípios de Tianguá e Ubajara  
Base cartográfica: Embrapa (2014), elaborado pelos autores

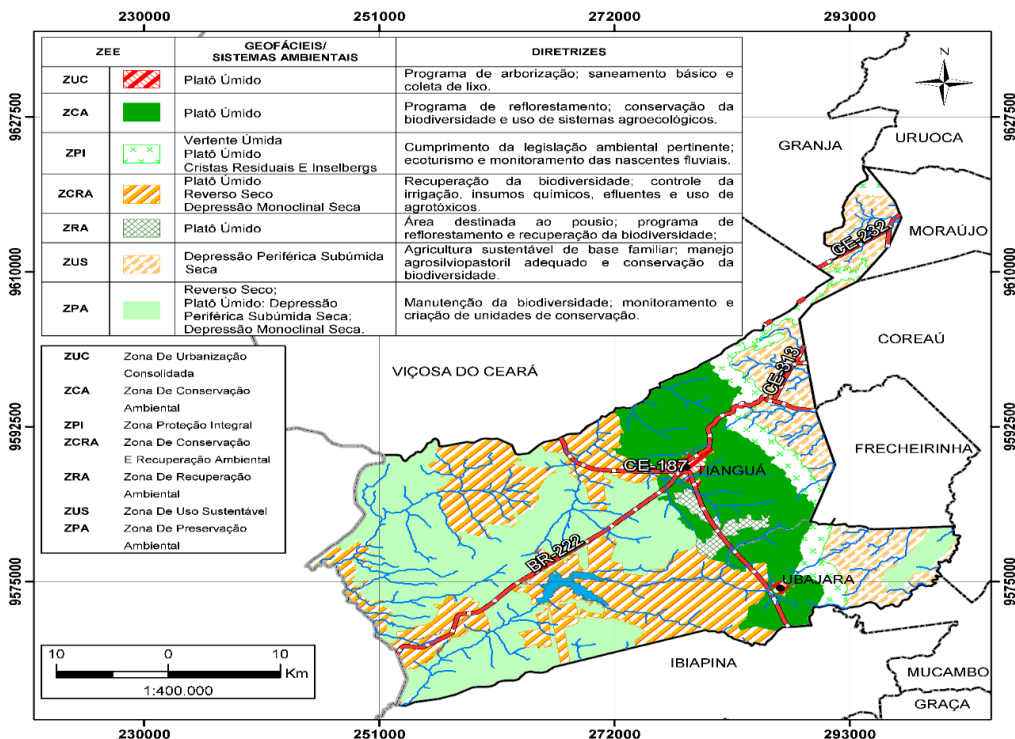


TABELA 1 Zona de Urbanização Consolidada

Características gerais
Ocorre na área do platô úmido, onde as condições ambientais diferenciadas em relação ao contexto do semiárido cearense propiciaram o adensamento populacional com a formação dos núcleos urbanos de Tianguá e Ubajara. Desta forma, as formas de ocupação urbana se remetem as áreas de residências domiciliares, atividades comerciais, além dos serviços financeiros públicos e privados voltados para viabilizar a fluidez do capital. Neste caso, os problemas ambientais estão relacionados à infraestrutura dos serviços urbanos como: esgotamento sanitário, coleta de lixo e abastecimento de água. Além da impermeabilização dos solos, canalização de cursos fluviais e supressão da mata plúvio-nebular.
Diretrizes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação da rede de saneamento básico e coleta de lixo nas áreas mais problemáticas, no que tange as moradias de infraestrutura precária e as ocupações próximas de nascentes e canais que drenam o perímetro urbano;</li> <li>• Programa de gestão das microbacias urbanas com a aplicação da legislação ambiental pertinente às áreas de preservação permanente;</li> <li>• Ampliação da rede abastecimento e tratamento de água para as populações locais, regulamentadas pelos órgãos públicos competentes;</li> <li>• Programa de arborização dos espaços públicos com a introdução de espécies nativas para melhoria do conforto térmico e qualidade ambiental.</li> </ul>

TABELA 2 Zona de Conservação Ambiental

Características gerais
Ocorre na área do platô úmido, onde as policulturas variadas se associam à pecuária semi-intensiva. A introdução da técnica se remete ao emprego de fertilizantes químicos com intuito de corrigir as características de acidez dos Latossolos Vermelho-Amarelos. Os setores de fruticultura e horticultura agregam o uso de agrotóxicos para conter o avanço de pragas sobre a produção. Tais ações comprometem a qualidade ambiental, à medida que contaminam os solos, bem como os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Além disso, a devastação generalizada da mata plúvio-nebular coloca em evidência a necessidade de conservação da biodiversidade primária com princípios pautados no ordenamento das atividades produtivas e controle das fronteiras agrícolas.
Diretrizes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de agrotóxicos e insumos químicos com tratamento adequado dos efluentes da produção para evitar a contaminação dos recursos hídricos;</li> <li>• Programa de reflorestamento com a recomposição florística de espécies da mata plúvio-nebular em áreas destinadas à prática do ecoturismo;</li> <li>• Monitoramento da Zona de Amortecimento do Parque Nacional de Ubajara, estabelecendo as restrições legais pertinentes aos princípios do SNUC;</li> <li>• Conservação dos remanescentes originais de mata plúvio-nebular, estabelecendo áreas de relevante interesse biológico para manutenção de espécies endêmicas dos brejos de altitude.</li> </ul>

TABELA 3 Zona de Proteção Integral

Características gerais
Compreendem as áreas de preservação permanente e de uso restrito conforme preceitua o Novo Código Florestal Lei No. 12.651/12, abrangendo a vertente úmida, cristas residuais e <i>inselbergs</i> . Ademais, o Parque Nacional de Ubajara se insere nessa zona de planejamento, por se tratar de uma unidade de proteção integral enquadrada pelo SNUC (2000). A delimitação do Parque Nacional de Ubajara agrega diferentes sistemas ambientais, sendo eles: platô úmido, vertente úmida e depressão periférica subúmida seca. Nesse contexto, as tipologias de uso e ocupação ultrapassam os limites da UC em descumprimento ao plano de manejo, abrangendo os municípios de Tianguá, Ubajara e Frecherinha. Não obstante, os entraves burocráticos e os avanços das fronteiras agrícolas inviabilizam a regularização e delimitação efetiva da área. Os vetores de pressão sobre o Parque Nacional de Ubajara.
Diretrizes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumprimento da legislação ambiental pertinente às áreas de preservação permanentes e de uso restrito conforme preceitua o Novo Código Florestal;</li> <li>• Estimular a prática do ecoturismo envolvendo as populações locais no processo de desenvolvimento econômico em vias sustentáveis;</li> <li>• Incentivar a pesquisa científica com foco na proteção da biodiversidade;</li> <li>• Consolidar a delimitação da área do Parque Nacional de Ubajara em parceria com as prefeituras e os órgãos ambientais das esferas estaduais e federais.</li> </ul>

**TABELA 4** Zona de Conservação e Recuperação Ambiental

**Características gerais**

Correspondem às áreas ocupadas pela agricultura tecnificada sobre o substrato biofísico do platô úmido e reverso seco. Essa tipologia de uso e ocupação produz em cada sistema ambiental implicações específicas sobre a capacidade de resiliência dos recursos naturais, justificando a ruptura dos fluxos de matéria e energia que controlam as relações geossistêmicas. Não obstante, essa zona direciona a recuperação dos setores ambientais estratégicos, bem como, prevê o controle do agronegócio sobre as áreas mais susceptíveis à ocorrência dos desequilíbrios ecológicos. Além disso, a zona de conservação e recuperação ambiental agrega os setores ocupados pela agricultura de sequeiro associado à pecuária extensiva, nas áreas do reverso seco e depressão monoclinal seca, constituindo um conjunto de práticas rudimentares que comprometem a manutenção da biodiversidade primária.

**Diretrizes**

- Controle de agrotóxicos e insumos químicos nas áreas próximas aos cursos fluviais e reservatórios artificiais;
- Cumprimento da legislação ambiental pertinente às áreas de preservação permanente dos cursos fluviais e reservatórios artificiais;
- Recuperação das áreas degradadas com manejo adequado dos recursos naturais e recomposição florística da mata plúvio-nebular e do 'carrasco';
- Controle de queimadas nos sistemas agrícolas de sequeiro e contenção dos processos erosivos em trono dos cursos fluviais.

**TABELA 5** Zona de Recuperação Ambiental

**Características gerais**

Corresponde aos setores do platô úmido em processo de degradação ambiental pela ação dos processos de uso e ocupação da terra. Sob esse aspecto, a supressão generalizada da vegetação primária conduziu à instalação da sucessão ecológica, materializando na dinâmica regressiva do ambiente. Nesse panorama, há uma dispersão fitogeográfica do 'carrasco', que avança sobre os nichos ecológicos da mata plúvio-nebular fortemente descaracterizada pelo uso agrícola descontrolado. Assim, os diferentes estágios de sucessão ecológica indicam o exaurimento da capacidade produtiva dos recursos naturais, sendo estas áreas passíveis de intervenção para introdução de práticas de recuperação da biodiversidade.

**Diretrizes**

- Controle da sucessão ecológica com áreas destinadas ao pouso;
- Programa de recuperação ambiental com recomposição florística da mata plúvio-nebular e preparo do solo para a introdução de nutrientes;
- Monitoramento permanente do estado de conservação dos solos e da recomposição florística da mata plúvio-nebular;
- Rigoroso monitoramento dos processos erosivos, evitando a mobilização de partículas e o consequente assoreamento dos fundos de vale;

**TABELA 6** Zona de Preservação Ambiental

**Características gerais**

Compreendem as áreas em pouso presentes no platô úmido, reverso seco, depressão periférica subúmida seca e na depressão monoclinal seca. Tais sistemas ambientais abrigam a biodiversidade de importantes domínios fitogeográficos do Nordeste como: mata plúvio-nebular, caatinga e carrasco. Este último possui características que são endêmicas dos planaltos sedimentares do semiárido brasileiro, cuja dispersão do suporte fitoecológico compõe a exploração biológica do reverso e da depressão monoclinal seca. Assim, as diretrizes consistem na preservação ambiental das áreas de relevante interesse biológico para o equilíbrio dinâmico dos sistemas ambientais com o controle das atividades produtivas.

**Diretrizes**

- Controle das fronteiras agrícolas na zona de ecótono entre a mata plúvio-nebular e o carrasco frente ao contato do platô úmido com o reverso seco;
- Promover a criação de unidades de conservação nas áreas dotadas de relevante interesse biológico com características endêmicas do carrasco;
- Contenção da pecuária nos setores ambientais estratégicos para conservação da biodiversidade do carrasco, mata plúvio-nebular e caatinga;
- Criação de reservas particulares de patrimônio nacional (RPPN), instituídas pelo decreto No. 1922 de 5 de junho de 1996 nas áreas da depressão periférica subúmida seca e platô úmido, com foco na preservação da caatinga arbustiva-arbórea e da mata plúvio-nebular

## 7. Conclusões

A compartimentação dos sistemas ambientais permitiu a execução da metodologia geossistêmica como referencial para integração das variáveis biofísicas e humanas para a proposta de zoneamento geoambiental. Assim, a pesquisa contemplou um importante objetivo da ciência geográfica pautado na discussão que permeia a relação de interface entre sociedade e natureza.

Desta feita, os desdobramentos dos estudos integrados da paisagem delinearão uma proposta de redirecionamento das tipologias de uso e ocupação em zonas funcionais de planejamento, atendendo normas e restrições legais ao manejo dos recursos naturais nos processos produtivos. Portanto, a materialização das zonas de planejamento nos municípios de Tianguá e Ubajara, possibilita um maior número de acertos no que tange a tomada de decisões públicas para o enfrentamento da sociedade civil com as questões ambientais contemporâneas.

Assim, o zoneamento geoambiental do planalto da Ibiapaba pauta-se na transversalidade interdisciplinar da geografia como ciência de aplicação dos seus aportes teóricos metodológicos no estudo das problemáticas ambientais. As zonas foram definidas a partir da sobreposição da compartimentação geoambiental com as tipologias de uso e ocupação, estabelecendo um padrão de desenvolvimento economicamente viável atrelado ao manejo adequado dos recursos naturais.

Diante disso, a proposta de zoneamento geoambiental, almeja a materialização do planejamento ambiental nos processos de uso e ocupação do território, sendo regulamentados por normas que atendem os requisitos pertinentes ao Programa ZEE Brasil (2001) e na compatibilidade das atividades produtivas com a capacidade suporte dos sistemas ambientais.

## 8. Referências citadas

- AB' SABER, A. N. 1969. "Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário". *Geomorfologia*, 18: 1-23.
- BERTRAND, G. 1972. "Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico". *Caderno de Ciências da Terra*. (13): 1-27.
- BRASIL. 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). *Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000*. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, Brasil.
- BRASIL. 2001. *Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil*. MMA/SDS. Brasília, Brasil.
- BRASIL. 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. *Lei Nº 12651/2012*, Brasília, DF., Brasil.
- BRITO NEVES, B. B. & U. G. CORDANI. 1991. "Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic". *Precambrian Research*, 53(1/2): 23-40.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). 2003. *Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará*. Fortaleza, Ceara, Brasil.
- CAPUTO, M. V e E. C. LIMA. 1984. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande-bacia do Parnaíba. *Anais 33º Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 740-753. Rio de Janeiro, Brasil.
- CHAMANI, M. A. C. 2011. *Tectônica intraplaca e deformação sinsedimentar induzida por abalos sísmicos: O Lineamento Transbrasileiro e as estruturas relacionadas na Província Parnaíba, Brasil*. Programa de Pós Graduação em Geoquímica e Geotectônica. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado.

- CLAUDINO-SALES, V. 2016. *Megageomorfologia do estado do Ceará: História da paisagem geomorfológica*. Verlag/ Editora. Novas Edições Acadêmicas. Ceara, Brasil.
- CLAUDINO-SALES, V e J. P. PEULVAST. 2007. "Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do estado do Ceará, Nordeste do Brasil". *Caminhos de Geografia*, 7(20): 1-21.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). 2003. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Brasil
- CUNHA, F. M. B. 1986. *Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e arcabouço tectônico*. UFRJ. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- DEL PRETTE, M. E. e K. C. MATTEO. 2006. Origens e possibilidades no zoneamento ecológico-econômico no Brasil. In: *Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico. Caderno de Referência: Subsídios ao debate*. pp. 8-34. Ministério do Meio Ambiente. Brasília (maio/junho de 2006).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2014. *Brasil em Relevo: Monitoramento por Satélite*. Download da SRTM. Brasília, Brasil. Disponível em: (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>). [Consulta: março, 2014].
- FLORENZANO, T. G. 2008. "Sensoriamento remoto para Geomorfologia". In: G. TEREZA FLORENZANO (Org). *Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais*. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil.
- GÓES, A. M. O e F. J. FEIJÓ. 1994. "Bacia do Parnaíba". *Boletim de Geociências*, 8(1): 57-67.
- INSTITUTO DE PESQUISA e ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO ESTADO DO CEARÁ (IPECE). 2014. *Perfil Básico Municipal 2014*. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/>. [Consulta: fevereiro, 2015].
- MAIA, R. P. e F. H. R. BEZERRA. 2014. *Tópicos de geomorfologia estrutural – Nordeste brasileiro*. Edições UFC. Fortaleza, Ceara, Brasil.
- NASCIMENTO, F. R. 2006. *Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro: O contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú-Ceará*. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Tese Doutorado em Geografia.
- OLIVEIRA, D. C & W. U. MOHRIAK. 2003. "Jaibaras trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaiba interior sag basin, Northern Brazil". *Marine and Petroleum geology*, 20(3-4): 351-383.
- RAMOS, V. A.; VUJOVICH, G.; MARTINO, R. & J. P. OTAMENDI. 2010. "A large cratonic block missing in the Rodinia supercontinent". *Journal of Geodynamics*, 50: 243-255
- RAPELA, C. W.; PANHKRUST B., R. J.; CASQUET C., C.; FANNING D., C. M.; BALDO, E. G.; GONZÁLEZ-CASADO F., J. M.; GALINDO C., C. & J. DAHLQUIST. 2007. "The Rio de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana". *Gondwana Earth-Science Reviews*, 83: 49-82.
- ROSS, J. 1994. "Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados". *Revista do Departamento de Geografia*, (8): 63-74. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>.
- SANTOS, F. L. e F. R. NASCIMENTO. 2017. "Dinâmica hidroclimática do planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente: Estudo de caso nos municípios de Tianguá e Ubajara- Nordeste do Ceará". *Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise*, (39): 57-75.
- SEIFFERT, M. E. B. 2011. *Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental*. Editora Atlas. São Paulo, Brasil.
- SOUZA, M. J. N. 2000. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: L. C. LIMA; M. J. N. SOUZA e J. O. MORAES (Orgs). *Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará*. Editora FUNECE. Fortaleza, Brasil.
- SOUZA, M. J. N. e V. P. V. de OLIVEIRA. 2006. "Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro". *MERCATOR-Revista de Geografia da UFC*, 5(9): 85-102.
- VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R. e W. A. S. TRAVASSOS. 2007. "Bacia do Parnaíba". *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(2): 253-263.