



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**VIVIANE TEÓFILO TOMAZ**

**MORFOPEDOLOGIA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL  
DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA, CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2017**

VIVIANE TEÓFILO TOMAZ

MORFOPEDOLOGIA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL  
DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA, CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso  
Graduação em Ciências Ambientais  
do Instituto de Ciências do Mar  
(LABOMAR) da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do grau de  
Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius  
Chagas da Silva

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

T615m Tomaz, Viviane Teófilo.

Morfopedologia como subsídio ao planejamento ambiental do município de Caucaia,  
Ceará / Viviane Teófilo Tomaz. – 2017.  
89 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto  
de Ciências do Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva.

1. Morfopedologia. 2. Geoprocessamento. 3. Planejamento Urbano. I. Título.

CDD 333.7

---

VIVIANE TEÓFILO TOMAZ

MORFOPEDOLOGIA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL  
DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA, CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso  
Graduação em Ciências Ambientais  
do Instituto de Ciências do Mar  
(LABOMAR) da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do grau de  
Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius  
Chagas da Silva

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Ana Maria Ferreira dos Santos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Ms. Guilherme Marques e Souza  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

A Deus.

Aos Meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, autor da vida e dono de tudo que tenho e sou e a força e o sustento necessário para concluir essa graduação. À minha mainha, Maria Santíssima, minha fiel intercessora e protetora.

Agradeço aos meus pais, Lionete e Magela por todo amor, esforço e dedicação, fazendo sempre de tudo para me dar sempre as melhores oportunidades na vida. Ao meu irmão, Michel pelo cuidado e amor e paciência. A minha família em especial a minha avó Leonor pelo amor e a minha tia Vera pelo cuidado.

Ao meu amor, Israel Nogueira, pelo amor, suporte, companheirismo, incentivo e paciência ao longo dessa jornada e dos 6 anos juntos. Aos seus pais Socorro e Antonio, pelo amor, acolhimento e cuidado.

Aos meus amigos de faculdade, pela convivência diária e todas as experiências incríveis durante toda a graduação, especialmente: Anderson Tavares, Clara Bindá, Hêmilly Praxedes, Izabelle Santana, Lucas Fontenele, Mariana Fernandes, Marcelo Rebouças, Rubson Mateus.

Ao meu orientador, Professor Marcus Vinicius, pela orientação, contribuição e apoio ao longo desses 4 anos tanto como Tutor da Empresa Júnior, como professor e como coordenador de laboratório.

A Ambienteia Consultoria Empresarial Junior, pelo apoio dado para a realização desse trabalho e pela oportunidade do crescimento pessoal e profissional durante o período da Gestão 2016. Em especial, aos amigos de gestão Marcelo Dutra, Marcelo Rebouças, Vanessa Melo e Karolyne Freitas por toda paciência e ajuda. Ao EOLlab (Laboratório de Observação da Terra) pelo aprendizado e ajuda nesse trabalho.

A todos os professores que me auxiliaram e muito me ensinaram ao longo da minha graduação, minha gratidão e em especial a professora Caroline Feitosa pelas oportunidades, pelos ensinamentos e esforços nas atividades de pesquisa na graduação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

“Não procure em suas ações o maior ou menor mérito, mas sim a melhor forma de louvar a Deus”.  
*(Padre Pio)*

## RESUMO

O diagnóstico ambiental de uma área fornece informações que contribuem para um desenvolvimento de forma mais ordenada. Nesse contexto destaca-se a abordagem morfopedológica, que por meio do estudo da relação existente entre solo e relevo, oferece subsídios para as atividades de uso e ocupação de determinada área. Desse modo a área de estudo do presente trabalho é o município de Caucaia, Ceará, e tem por objetivo identificar a relação entre o modelado de relevo e o solo e, a partir da utilização da abordagem morfopedológica, direcionar áreas favoráveis para a expansão urbana e guiar as atividades de uso e ocupação do solo, auxiliando na gestão ambiental desse município. Assim, foram elaboradas cartas e mapas temáticos em escala 1:200.00, e, por conseguinte, a superposição das cartas de geomorfologia e de solos, obtendo assim o mapa morfopedológico. Além disso, foi abordada a correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos considerando seu uso, ocupação e manejo. Desse modo, baseados em parâmetros geomorfológicos foram encontrados duas áreas principais: I: dissecação e II: acumulação, e, à vista disso foram associados os tipos de solos que estavam relacionados a cada feição geomorfológica. Como resultado desse processo, as áreas de maior abrangência no município são a depressão sertaneja associada ao solo Planossolo Nátrico e o tabuleiro – pré litorâneo associado ao Argissolo Vermelho-Amarelo e ao Neossolo Quartzarênico. Assim, foram identificadas as potencialidades e as limitações para o uso antrópico e foi concluído que o compartimento tabuleiro pré-litorâneo apesar do solo possuir limitações edáficas, se configura como um local favorável para o crescimento urbano, desde que obedeça as leis pertinentes. Desse modo, pôde-se concluir que a abordagem morfopedológica, na escala utilizada, mostrou-se eficaz para caracterizar a área e oferecer subsídios para direcionar o uso e a ocupação do solo.

Palavras – Chave: Morfopedologia, Geoprocessamento, Planejamento Urbano.

## ABSTRACT

The environmental diagnosis of an area provides information that contributes to a in a way more orderly development. In this context, the Morphopedological approach is highlighted, which, through the study of the relationship between soil and relief, provides subsidies for the use and occupation activities of a given area. Thus, the study area of the present study is the municipality of Caucaia, Ceará, and aims to identify the relationship between relief and soil and, using the Morphopedological approach, to direct favorable areas for urban expansion and guide to activities of use and occupation of the soil, assisting in the environmental management of this municipality. Thus, were developed charts and thematic maps in a scale of 1: 200.00, and therefore the overlaying of geomorphological and soil's charts, obtaining the morphopedological map. Moreover, the correlation with the topography and the morphology of the pedological systems were approached, considering its use, occupation and management. Thus, based on geomorphological parameters, two main areas were found: I: dissection and II: accumulation, and, therefore, the types of soils that were related to each geomorphological feature were associated. As a result of this process, the areas of greater comprehensiveness in the municipality are the "sertaneja" depression associated to the Solonetz soil (according to the World Reference Base for Soil Resources, 2015) and the pre coastal plateau associated to the Red-Yellow Acrisol and the Arenosols (according to the World Reference Base for Soil Resources, 2015). Thereby, the potentialities and limitations for anthropic use were identified and it was concluded that the pre coastal plateau compartment, although it's soil has edaphic limitations, is a more favorable place for urban growth. In this way, it was possible to conclude that the morphopedological approach, in the scale used, was effective to characterize the area and offer subsidies to direct the use and the occupation of the soil.

Key Words: Morphopedology, Geoprocessing, Urban Planning

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Erosão na praia do Pacheco – Caucaia, CE .....	43
Figura 2: Faixa Praia com erosão costeira, Praia de Iparana, Caucaia, CE...	47
Figura 3: Planície de deflação, na Praia do Icaraí, Caucaia - CE.....	47
Figura 4: Dunas fixas, Praia do Cumbuco, Caucaia - CE.....	48
Figura 5: Dunas móveis, Praia do Cumbuco, Caucaia - CE.....	49
Figura 6: Ocupação das Dunas – Praia do Icaraí, Caucaia.....	50
Figura 7: Lagamar do Cauhípe, Caucaia - CE .....	51
Figura 8: Restaurantes à margem do Lagamar do Cauhípe .....	52
Figura 9: Planície fluvial, com leito seco, Caucaia - CE .....	53
Figura 10: Maciços residuais, Distrito de Bom Princípio, Caucaia – CE .....	54
Figura 11: Maciços residuais com o entorno em relevo plano, Distrito de Sítios Novos, Caucaia - CE .....	54
Figura 12: Maciços Residuais, às margens da BR- 122, Caucaia - CE.....	54
Figura 13 – Cristas em Caucaia, Distrito de Bom Princípio, Caucaia - CE.....	55
Figura 14 – Extração mineral, às margens da BR- 122 em Caucaia - CE.....	56
Figura 15 – Depressão Sertaneja, Caucaia - CE .....	57
Figura 16: Depressão Sertaneja em relevo suave ondulado, Distrito de Catuana, Caucaia.....	57
Figura 17: Depressão Sertaneja em relevo .....	57
Figura 18: Perfil de Planossolo, próximo a CE-020, Caucaia- CE.....	60
Figura 19: Vegetação em Planossolo Próximo a Ce- 020, Caucaia – CE.....	61
Figura 20: Vegetação de alto porte associada à Argissolos Vermelho-Amarelos, Distrito Sítios Novos, Caucaia - CE .....	61
Figura 21: Argissolo vermelho – Amarelo, Distrito de Sítios Novos, Caucaia...62	
Figura 22: Slickensides em Vertissolo, Distrito de Bom Princípio, Caucaia .....	62
Figura 23: Perfil de Vertissolo, Distrito de Bom Princípio, Caucaia - CE.....	63
Figura 24: Neossolos Litólicos Eutróficos, Distrito de Catuana, Caucaia – CE	63
Figura 25: Luvissolos Crômicos, Distrito de Catuana, Caucaia - CE.....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Potencialidades e Limitações das ordens de solo e sua área de ocorrência. ....	29
Quadro 2 - Níveis de organização morfopedológica .....	33
Quadro 3 - Bases cartográficas utilizadas na pesquisa.....	38
Quadro 4 - Tipos de solos e limitações .....	65
Quadro 5 -Tipos de solos e potencialidades .....	66
Quadro 6 - Associação solos.....	68
Quadro 7 - Caracterização Morfopedológica.....	76

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Mapa localização, Caucaia - CE.....	37
Mapa 2 : Litologia, Caucaia - CE.....	45
Mapa 3: Geomorfologia, Caucaia - CE.....	58
Mapa 4: Pedologia, Caucaia - CE .....	67
Mapa 5: Declividade, Caucaia - CE.....	79
Mapa 6: Morfopedologia, Caucaia - CE.....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CIPP	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SHR	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrica para América do Sul
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.
UTM	Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 – OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 - Objetivo Geral .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 – Objetivos Específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>3 – REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 - Aspectos Geomorfológicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 - Solos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 – Abordagem morfopedológica .....</b>	<b>31</b>
<b>4 – PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 – Delimitação da área de estudo.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 – Técnicas operacionais.....</b>	<b>38</b>
<b>5 – RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1 - Geologia.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2 – Geomorfologia.....</b>	<b>46</b>
<b>5.3 – Solos .....</b>	<b>59</b>
<b>5.4 – Caracterização morfopedológica.....</b>	<b>70</b>
<b>6 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>

# 1 – INTRODUÇÃO

O diagnóstico ambiental de uma área é fundamental, diante da necessidade de entender e compreender as interações entre o meio físico para que se possa conseqüentemente existir um planejamento, buscando o desenvolvimento sustentável. A integração de procedimentos de análises contribuem para melhorar o controle de uso e ocupação do meio físico, por meio de práticas edáficas, mecânicas e/ou civis, baseadas na forma correta de uso, ocupação e manejo ambiental, mediante a sua dinâmica têmporo espacial (CASTRO e SALOMÃO, 2000).

Neste contexto, destaca-se o estudo da morfopedologia, como ferramenta utilizada para entender, corrigir e prevenir os processos erosivos causados pela ação antrópica. Com isso, a análise das variáveis da geologia, da geomorfologia e do solo é importante para que se possa entender a interação entre eles, e assim, conseqüentemente auxiliar no planejamento de uso da terra (FARIA VECCHIATO, SALOMÃO, SANTOS, 2013; LACERDA1 *et al.*, 2007).

Desse modo, a compartimentação morfopedológica é tida como um procedimento de modelagem ambiental que envolve o entendimento dos processos de degradação relacionando-os ao substrato rocha-relevo-solo (SOUZA; MELO; ALMEIDA, 2005).

Nessa perspectiva, a área em estudo é o município de Caucaia, localizado no Estado do Ceará. Nos últimos anos, compreendendo o período de 1990 e 2000, este município apresentou um elevado crescimento demográfico, pois em 1990 possuía 165.099 mil habitantes, em 2000, apresentou 250.479 e no último censo do IBGE de 2010 estava 325.441 habitantes e a estimativa para o ano de 2015 foi de 353.932 moradores (IBGE, 2015). ARREDONDAR CASSAS DECIMAIS

Esse crescimento visto no município aconteceu de forma guiada a partir do ano 2001 quando foi instituído o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, pois anterior a esse período, o objeto legal existente era o Código de Obras do município que não previa normatização para o uso da terra. As atividades como o turismo e o surgimento de diversas indústrias provocaram alguns impactos de ordem social, econômica e ambiental no município.

Assim sendo, a proximidade da capital Fortaleza e a existência de belíssimas praias, inicialmente pouco movimentadas, atraíram investimentos públicos e

privados de padrão nacional e internacional, com a construção de grandes hotéis, restaurantes e comércios varejistas, sendo hoje, considerado o segundo destino mais visitado do Ceará (ARAÚJO; PEREIRA, 2011). ATUALIZAR DADO

Aliado a esse fato, na década de 1990 foram iniciados os estudos e posterior instalação no município de São Gonçalo do Amarante e de Caucaia, do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Este é caracterizado por possuir uma estrutura moderna possuindo uma área retroportuária própria para a instalação de indústrias. Fato esse que atraiu diversas indústrias para a região, motivando a construção de algumas estradas e de loteamentos na cidade de Caucaia.

Desse modo, na tentativa de ordenar o crescimento urbano do município em consonância com as características ambientais locais, em 15 de maio de 2001, foi instituída a Lei municipal nº 1.365, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Caucaia.

No entanto a escala utilizada para formulação de desse plano, não veio a suprir a real necessidade da região, pois ainda existe uma carência de dados primários, gerando muitas vezes uma análise não condizente dos dados com o que realmente existe em campo. Com isso, tendo por base as características físicas da região, faz-se necessário que haja levantamentos específicos com escalas de trabalho que permitam o reconhecimento das áreas com maior riqueza de detalhes.

É importante que haja uma análise integrada da paisagem por meio da compartimentação do meio físico e suas inter-relações, com o intuito de compreender os processos de impactos ambientais. Assim, a compartimentação morfopedológica, apresenta o estudo do substrato geológico, das feições geomorfológicas e do solo, cruzando essas informações e delimitando as áreas classificadas como unidades morfopedológicas, buscando alternativas que promovam o planejamento da capacidade de uso da terra (CASTRO e SALOMÃO, 2000).

Desse modo, faz-se necessário que haja um direcionamento para estabelecer diretrizes para a expansão urbana em Caucaia, com o intuito de promover um ordenamento territorial e um planejamento determinando as limitações e potencialidades específicas de cada região objetivando atenuar os impactos ambientais por decorrência gerados.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

Indicar, a partir dos aspectos morfopedológicos possíveis locais favoráveis à expansão urbana e às atividades de uso e ocupação do solo no município de Caucaia.

### **2.2 – Objetivos Específicos**

- Caracterizar o solo, o relevo e a geologia local, identificando a relação existente entre o substrato geológico, o modelado geomorfológico e os solos e sua distribuição;
- Elaborar uma base cartográfica do município em escala compatível com a pesquisa;
- Fornecer subsídio para o correto uso do solo, auxiliando também gestão ambiental do município.

### **3 – REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse capítulo serão abordados alguns temas que embasaram e contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa. Tais assuntos foram compartimentados em subtópicos como: Aspectos Geomorfológicos e Aspectos Pedológicos que são as variáveis utilizadas para realizar a compartimentação morfopedológica, e, por fim, o Zoneamento Morfopedológico.

#### **3.1 – Aspectos Geomorfológicos**

O relevo está intrinsecamente relacionado com as rochas que o sustentam, com o clima que o esculpe e com os solos que o recobre, sendo, portanto dinâmicos e em constante processo de evolução (CUNHA; GUERRA, 2003).

A geomorfologia é a ciência que analisa as formas de relevo, buscando entender os processos morfoclimáticos (exógenos) e as atividades tectogenéticas (endógenas) que contribuíram para a sua atual formação, sendo assim, um forte subsídio para que haja a apropriação devida do relevo (CASSETTI, 2005).

O estudo das formas de relevo é ponto base para que haja o planejamento do território. Por meio do mapeamento geomorfológico é possível identificar a morfologia e os demais aspectos que se relacionam e assim, mapear as áreas destinadas à ocupação e àquelas que devem ter uso restrito (CRUZ, 1980). Nessa perspectiva, a análise geomorfológica deve ser compreendida na escala espaço-temporal, visto que os processos geomorfológicos estão em constante evolução (KOHLE, 2001).

Diante desse fato, diversos autores das escolas anglo-americana, alemã, Francesa, como W. M. Davis (1899), W. Penck (1924), L.C. King (1955) e J. Hack (1960) tentaram definir a metodologia mais adequada para se identificar e mapear as formas de relevo.

Nesse contexto, King (1955), sob a influência de Davis e Penck, elaborou um modelo para compreender a evolução dos relevos que estão incluídos em climas semi-áridos (ROSS, 2000). Assim, surge a teoria da pediplanação, que sugere a evolução do relevo a partir da erosão lateral das estruturas de maior altimetria, em que a ação conjunta da erosão hídrica, da ação da gravidade, favorece o recuo das vertentes.

Com isso, o desgaste motivado pela erosão diferencial é desigual, pois as vertentes recuam e topo permanece conservado, ou seja, há perda de volume, mas não de altimetria (MAIA, 2005).

Entretanto, a teoria proposta por King, não se enquadrava perfeitamente para o Brasil. Dessa forma, no Brasil as principais contribuições são de Bigarella, Mousinho, Xavier e Ab'Saber através de pesquisas sobre as variações climáticas que ocorreram no Quaternário. Para eles, determinada área, devido à variação climática sofrida, passa de uma fase de tropicalidade para aridez profunda. Desse modo, há uma alternância de fases pedogenéticas com clima quente e úmido para fases morfogenéticas com clima quente e seco, mas com chuvas intermitentes e esporádicas, onde se sobrepõem os processos de pediplanação (BIGARELLA, MARQUES FILHO & AB'SABER, 1961; BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA, 1965a).

Bigarella e Ab'Saber (1964), nos seus estudos sobre a morfologia do relevo nordestino, diferenciaram alguns elementos no relevo e classificaram, baseado na sua altitude e na forma, as seguintes classes:

- a) Pd<sup>3</sup>: superfícies altas com nível acima de 1000 metros;
- b) Pd<sup>2</sup>: superfícies com altitudes entre 400 e 900 metros, em estado dissecação intensa;
- c) Pd<sup>1</sup>: superfície com altitudes variando entre 40 e 400 metros, desenvolvendo-se da costa em direção ao interior;
- d) P<sup>2</sup> e P<sup>1</sup>: pedimentos e terraços fluviais e litorâneos.

Nessa conjuntura, Ab'Saber desenvolve outros trabalhos até chegar na proposta de três níveis de abordagem para o estado do relevo. Assim, Ab'Saber (1969) associado a Ross (1992) sugeriram a identificação e o mapeamento dos fatos geomorfológicos, estabelecendo um estudo integrado do relevo, considerando três níveis de abordagem **a compartimentação morfológica, a estrutura superficial e a fisiologia da paisagem.**

Nesse contexto, o *primeiro nível* estuda o relevo por meio da observação dos diferentes níveis de topografia e das características, considerando a influência da geologia e da estrutura na compartimentação topográfica, que é definida pelos remanescentes de aplainamento. Além disso, pode, inclusive, definir os riscos que determinada área pode sofrer, podendo estabelecer metas e restrições quanto ao

uso e ocupação.

O *segundo nível* refere-se à compreensão histórica da evolução da paisagem, considerando os solos, os colúvios, as rampas coluviais, por meio de análises químicas, físicas e micromorfológicas para entender os processos. Além disso, estabelecer relações com os fatos observados em campo, definindo, o grau de fragilidade da área

O *terceiro nível* é definido por Ab, Saber (1969) como a “expressão do funcionamento atual da geosfera, ou seja, está relacionado aos processos atuais modeladores do relevo”. Nesse tocante, compreende a ação dos processos morfodinâmicos, tendo a ação antrópica como modificadora do relevo, através de diversos impactos ambientais, que tem por consequência a ocorrência de erosão, de assoreamento, de deslizamento de terras, por exemplo.

Ross (1990/1992) propõe um mapeamento geomorfológico, aplicando de modo diretos os níveis propostos por Ab'Saber (1969) e definiu que o relevo pode ser classificados em seis táxons, dependendo da origem do relevo e das escala abordada. São eles: unidades morfoestruturais, unidades morfoesculturais, modelado, conjuntos de formas semelhantes, dimensão de formas, formas lineares do relevo.

O Manual técnico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), propõe para o mapeamento da geomorfologia, por meio do ordenamento dos acontecimentos geomorfológicos, na perspectiva tridimensional, ou seja, tamanho, gênese e idade, baseado em uma classificação tempôro – espacial.

Nessa circunstância, a ordem decrescente de grandeza desse manual, que se baseou na classificação proposta por Ross (1992), são identificados como: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas.

1º táxon – Domínios Morfoestruturais: correspondem os táxons de maior extensão superficial, que ocorrem em escala regional, organizando os fatos geomorfológicos, baseando-se no arcabouço geológico por meio da natureza das rochas e da ação tectônica. São exemplos: bacias sedimentares, cinturões móveis.

2º táxon - Regiões Geomorfológicas: refere-se aos compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, possuem características genéticas comuns

devido à ação dos fatores climáticos, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias. São exemplos: Serra da Mantiqueira, Planalto da Borborema.

3º táxon – Unidades Geomorfológicas: correspondem à um conjunto de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes, que possuem a sua gênese explicada por fatores climáticos, litológicos e estruturais. São exemplos: Planícies, chapadas.

4º táxon – Modelados: refere-se a um padrão de formas de relevo individualizadas que apresentam similaridade geométrica devido a sua gênese e aos processos morfogenéticos que apresentaram. Para composição do mapa geomorfológico, segundo esse mesmo manual são delimitados quatro tipos de modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação:

- a) **Acumulação:** abrange as formas que foram originadas por processos de colúviação e de deposição fluvial, em que há a ocorrência de sedimentos detríticos não consolidados. As formas se diferenciam em fluviais, marinhas, lacustres, eólicas, lagunares, de acordo com o seu processo de formação, resultante da ação simultânea de diversos processos;
- b) **Aplanamento:** estão relacionados com a sua gênese e funcionalidade, além do estado de conservação ou degradação;
- c) **Dissolução:** são desenvolvidos em rochas do tipo carbonáticas, podendo ser classificados de acordo com sua evolução na superfície ou subsuperfície;
- d) **Dissecação:** são formas resultantes da atuação intensa de drenagem e de erosão, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas. Os dois primeiros se definem pela forma do topo, profundidade, densidade de drenagem e declividade e podem se classificar em:
  - 1- Convexas (c): São formas de topos convexas, caracterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividade variadas. Além disso, são esculpidas em rochas ígneas e metamórficas.
  - 2- Tabulares (t): São como rampas, levemente inclinadas e lombadas como resultado de processos de dissecação que atuam sobre uma superfície aplainada. São caracterizadas com rede de drenagem de baixa densidade, vertente de declividade pequena e vale pouco profundo.
  - 3- Aguçadas (a): possuem topos alongados e vertentes de declividade acentuada, entalhadas pro sulcos e ravinas (IBGE, 2010, pag. 44).

5º táxon – Formas de relevo simbolizadas: refere-se às feições das partes das vertentes de cada forma de relevo, que devido a sua dimensão espacial, só podem representadas por símbolos lineares ou pontuais.

Para o estudo da compartimentação do relevo, deve-se levar em conta a influência da estrutura geológica e dos processos morfogenéticos. Isso é constatado visto que a estrutura litoestatigráfica expressa a configuração geral do relevo, enquanto que o clima está ligado à dissecação do relevo, que expõe a estrutura à erosão diferencial, ou seja, àquela erosão induzida pela diferença de resistência das camadas litoestatigráficas (CASSETI, 2005).

Dessa maneira, percebe-se a importância da compartimentação do relevo, no que se refere às formas de oferecer subsídios para o uso e ocupação do relevo ao longo do tempo histórico. Assim, ao conhecer a potencialidade e a vulnerabilidade de determinado modelado de relevo pode-se destinar racional e especificamente as atividades que cada área pode suportar, por meio de mapas com indicações para usos sustentáveis ou para proteção ambiental (CASSETI, 2005).

Portanto, é a partir da finalidade do trabalho e da escala de detalhe desejada, que se define qual metodologia, e conseqüentemente, que nível taxonômico será utilizado para o mapeamento geomorfológico, para que se possa compreender a paisagem e os processos que contribuíram para a sua evolução e formação. Desse modo o mapa geomorfológico será feito em escala 1:200:000, dentro do 4º e 5º táxon proposto pelo Manual de Geomorfologia do IBGE, utilizando –se das idas a campo, das curvas de nível e da declividade, para ser construído.

### **3.2 - Solos**

A formação dos solos é o resultado obtido da interação, ao longo do tempo, de processos tanto geomorfológicos como pedológicos (GUERRA; MENDONÇA, 2004). Nessa conjuntura, as forças que atuam na formação do solo englobam forças físicas que culmina na desintegração das rochas, reações químicas que agem modificando a composição química dos minerais e as forças biológicas que resulta da interação e intensificação das forças químicas e físicas (BIGARELLA *et al.*,

2003).

Assim, o relevo tem um papel essencial na gênese dos solos, por meio do fator tempo de exposição aos agentes naturais (RESENDE *et al.*, 2005). Nessa perspectiva, entende-se que a relação entre o relevo e o solo vai refletir nas propriedades físicas e químicas do solo.

Segundo Vieira (1983) o relevo pode agir e modificar o solo existente de três maneiras diversas: favorecendo a absorção e retenção da água proveniente da precipitação; atuando no grau de remoção de partículas pela erosão; e contribuindo para que aja a movimentação de matérias em suspensão ou solução para outras áreas.

Nessa perspectiva, as porções de relevo que estão expostas há mais tempo são as formas de maior altitude, e que ocorrem os solos mais velhos. Já nos relevos mais novos e mais baixos é mais comum a existência de solos mais novos. Com isso, quanto mais jovem for um solo, menor será o seu tempo de exposição aos agentes bioclimáticos, sendo mais vulnerável para a ocorrência de erosão, tendo, entretanto uma menor taxa de pedogênese (LACERDA *et al.*, 2007).

Nessa percepção, a formação do solo ocorre de maneira integrada entre as esferas do meio natural, como o da biosfera, do clima sobre a rocha matriz, levando em consideração o relevo em determinado tempo. Contudo, os solos são como produtos finais das reações existentes nas rochas, que por meio do intemperismo fornecem os minerais e materiais necessários para que eles possam ser originados (RIOS, 2011).

Nesse contexto Brady (1989), define solo como “corpos dinâmicos naturais que possuem características decorrentes das influências combinadas de clima e atividades bióticas, modificadas pela topografia que atua sobre os materiais originários ao longo de certo período de tempo”. Desse modo, os tipos e a variabilidade da ocorrência de solos são grandes, visto que quando se tem uma pequena variação de componentes, um solo diferente é caracterizado.

Assim, a classificação de solos existente no Brasil consistiu de uma evolução do sistema americano proposto por Baldwin, Kellogg e Thorp (1938), modificada por Thorp e Smith (1949). Nesse pressuposto, a Embrapa elaborou o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), tendo como enfoque principal a classificação em níveis hierárquico de grandes grupos (JACOMINE, 2009). Nessa nova classificação,

alguns conceitos foram alterados, novas classes foram criadas e outras desmembradas, de acordo com as características e necessidades regionais, sendo caracterizado por ser um sistema multicategórico, hierárquico e aberto (IBGE, 2009).

Esta classificação obedece a uma hierarquia existente entre os grupos de solos, agrupando-os em níveis categóricos, que consiste de um conjunto de classes definidas, inserindo solos com características semelhantes de um mesmo nível em cada classe correspondente. (EMBRAPA, 2006).

A classificação realizada até 2013 engloba seis níveis categóricos: ordem, subordem, grandes grupos, subgrupos, famílias e séries. O primeiro nível – Ordem – é o mais generalista, englobando 13 classes que foram diferenciadas baseadas em diversos critérios como “ausência de atributos, horizontes diagnósticos ou propriedades que podem ser identificadas em campo, evidenciando diferenças quanto ao tipo e grau de desenvolvimento dos processos que atuaram na formação do solo” (EMBRAPA, 2006).

As 13 ordens e suas principais características estão listadas a seguir:

- **ARGISSOLOS**

São solos compostos por material mineral que se diferenciam por apresentar o horizonte B textural logo abaixo do horizonte A ou E, tendo argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixas e/ou caráter alítico. Eles podem ser alíticos (alto teor de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases). Possuem cores variando do vermelho para o amarelo, podendo ser também acinzentados, apresentando uma profundidade variável. Apresentam um alto teor de argila e são considerados moderadamente ácidos (EMBRAPA, 2006).

- **CAMBISSOLOS**

São solos formados por material mineral apresentando horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Podem ser pouco profundos ou profundos e, tendo de baixa a alta atividade de argila, sendo normalmente pouco permeáveis, de cor variante de bruna a vermelho escuro, variando muito de um local para outro. Esse fato é explicado devido à heterogeneidade do material que o originou e as condições climáticas do local (EMBRAPA, 2006).

Apesar de possuir em sua composição alto teor de minerais primários facilmente intemperizáveis, são considerados solos em estágio intermediário de intemperismo,

ou seja, ao longo do tempo não sofreram alterações químicas e físicas avançadas (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009). A sua suscetibilidade à erosão depende da declividade do terreno, da profundidade, do teor de silte e do gradiente textural (GUERRA; BOTELHO, 2003).

- **CHERNOSSOLOS**

São solos pouco desenvolvidos constituídos por material mineral originado de rochas ricas em cálcio e em magnésio, com alta plasticidade e pegajosidade. Possuem como características a alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural ou incipiente ou sobre o horizonte C carbonático ou sobre a rocha, quando o horizonte A apresentar concentração de carbonato de cálcio (EMBRAPA, 2006).

O horizonte chernozêmico é considerado espesso e rico em bases e argilas de alta atividade (LEPSCH, 2011). Além disso, ele é rico em matéria orgânica, bem aerado e estruturado, conferindo, assim, a esse tipo de solo, um elevado potencial agrícola (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009).

- **ESPODOSSOLOS**

Solos formados por material mineral, sendo caracterizados por apresentar horizonte B espódico logo abaixo de horizonte E, A ou hístico (EMBRAPA, 2006). Apresentam geralmente uma sequência de horizontes A, E, B, espódico, C com nítida diferenciação de horizontes, visto através da cor que varia do cinza ao preto no horizonte A e podendo apresentar coloração avermelhada ou amarelada no horizonte espódico, devido à presença de ferro e/ou húmus.

Geralmente variam de moderado a fortemente ácido, tendo sua textura predominantemente arenosa, possuindo altos teores de alumínio extraível, tornando-o um solo muito pobre, ou seja, pouco fértil (EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009). Além disso, a textura arenosa favorece o ressecamento rápido do solo e a alta permeabilidade, além da alta taxa de decomposição da matéria orgânica (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009).

- **GLEISSOLOS**

São solos hidromórficos, ou seja, encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, apresentando forte gleização. São mal drenados, pouco profundos e que dependendo do material sobre o qual se desenvolveram, podem ser distróficos ou eutróficos (GUERRA; BOTELHO, 2003).

Esse tipo de solo é caracterizado pela presença do horizonte “glei”, dentro dos 150 cm da superfície do solo, logo abaixo dos horizontes A ou E, não apresentando assim, horizonte vértico ou horizonte B acima do horizonte “glei”. O horizonte glei se configura pela redução do ferro, devido à água estagnada, visto que é fortemente influenciado pelo lençol freático. Esse processo de gleização contribui para a coloração neutra proveniente dos minerais desse solo, que se apresenta acinzentado, esverdeado ou azulado. Podem apresentar horizonte sulfúrico, cálcico, propriedade solódica, sódica, caráter sálico (EMBRAPA, 2006).

Eles se situam geralmente em áreas planas e por isso não apresentam limitações importantes para o uso agrícola (GUERRA; BOTELHO, 2003).

- LATOSSOLOS

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, logo abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico. (EMBRAPA, 2006). Esse tipo de solo está em avançado estágio de intemperização, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. Não apresentam minerais primários e secundários menos resistentes ao intemperismo (JACOMINE, 2009). Apresentam alta porcentagem de poros, sendo assim, bastante permeável, facilitando a infiltração, além de que a agregação existente entre as partículas confere ao solo o aumento da resistência do mesmo quando sofrem a ação das águas (SALOMÃO, 1999). Geralmente são fortemente ou bem drenados, sendo considerados profundos e fortemente ácidos com baixa saturação por base, que se originam a partir de diversas rochas, em diferentes climas e nas diversas vegetações (EMBRAPA, 2006). Possui coloração forte, variando entre brunadas, amareladas e avermelhadas e se classificam em diversos tipos, diferenciando principalmente na cor, no teor de ferro e na atração magnética (PRADO, 1996).

- LUVISSOLOS

São solos considerados medianamente intemperizados, com acumulação de argila e ricos em bases, sendo constituídos por material mineral, não hidromórfico, apresentando horizonte B textural com argila de alta atividade e saturação de bases elevadas, logo abaixo do horizonte A ou E (EMBRAPA, 2006; LEPSCH, 2011). São caracterizados por apresentar diversos tipos de horizontes superficiais, exceto o A chernozêmico e o hístico, variando de bem a imperfeitamente drenados,

moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, sendo normalmente pouco profundos e geralmente apresentando pedregosidade (JACOMINE, 2009).

- **NEOSSOLOS**

São solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, sendo considerados pouco evoluídos não apresentando o horizonte B, visto que estão recentemente expostos aos processos pedogenéticos. Além disso, possuem elevado teor de sódio e de alumínio, variando de solos rasos a profundos (EMBRAPA, 2006).

Segundo Lepsch (2011), os Neossolos se desenvolvem sob substratos praticamente inertes, como a areia de quartzo, sem argila e que são resistentes à ação do intemperismo.

- **NITOSSOLOS**

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B nítico, com textura argilosa ou muito argilosa (EMBRAPA, 2006). Possuem profundidade mediana e geralmente não apresentam policromia de cores, ocasionando uma fraca diferenciação de horizontes (LEPSCH, 2011). Além disso, possuem estrutura em blocos subangulares ou angulares ou prismática. Em geral, são bem drenados, profundos, moderadamente ácidos a ácidos, apresentando saturação por base alta ou baixa com composição caulínico-oxídica implicando na presença de argila de atividade baixa (JACOMINE, 2009). É considerado um solo de grande potencial agrícola, principalmente quando se apresenta com alta saturação por bases (LEPSCH, 2011).

- **ORGANOSSOLOS**

São solos constituídos por material orgânico, resultante da acumulação de restos vegetais, apresentando assim, uma cor escura e um horizonte hístico (LEPSCH, 2011). É um solo pouco evoluído, com drenagem restrita, fortemente ácido e que podem sofrer saturação de água de no máximo 30 dias no período chuvoso. Podem apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico, propriedade sódica ou solódica. Possuem horizontes com constituição orgânica (H ou O), pois apresenta resíduos vegetais em decomposição que podem aparecer ao longo do perfil (EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009).

Configuram-se como solos ácidos e pobres quimicamente, o que limitam o seu uso para fins agrícolas.

- PLANOSSOLOS

São solos minerais mal drenados, apresentando horizonte superficial ou subsuperficial, de textura mais leve, sendo seguido pelo horizonte B ou por uma transição abrupta conjugada, com grande diferença de textura entre o A e o B. Essa transição abrupta é provocada pela diferenciação de texturas e de estruturas entre os horizontes, favorecendo que esse tipo de solo tenha uma alta suscetibilidade à erosão (GUERRA; BOTELHO, 2003).

Podem apresentar horizonte cálcio, caráter salino ou sálico com propriedades sódicas ou solódica, além de poder apresentar uma quantidade de plintita (EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009). São mal drenados e por isso podem inchar durante o período chuvoso ou ressecar e sofrer fendilhamento no período de seca, favorecendo também à erosão. Constituem-se de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano e de micaxistos. Esse tipo de solo ocorre associado ao relevo plano ou suave ondulado, onde predomina a vegetação de caatinga hiperxerófila ou a floresta ciliar de carnaúba (FUNCEME, 2009)

- PLINTOSSOLOS

São solos formados por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário, que se caracteriza pela presença de plintita acima de 15%, em profundidade variada, mas com 15 cm de espessura (PRADO, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 1992). Esse horizonte plíntico apresenta-se com mosqueados vermelhos e amarelos, indicando a presença do ferro. Além disso, quando estão úmidos são macios e firmes, porém quando secam, endurecem irreversivelmente, formando nódulos duros, conhecidos como plintita.

São formados a partir de condições de restrições a percolação de água, geralmente, mal drenados, fortemente ácidos, e distróficos (EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009).

- VERTISSOLOS

São solos argilosos que apresentam horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade e pequena variação de textura ao longo do perfil. Devido ao seu teor de argila, superior a 30%, pode se contrair ou se expandir, de acordo com o volume de água no solo. Esse movimento provoca a abertura de fendas verticais e profundas no período seco e de superfícies de fricção – slickensides (GUERRA;

BOTELHO, 2003). Além disso, possuem horizonte C vértico e a ausência de qualquer tipo de horizonte B acima do vértico.

A sua ocorrência está associada ao material de origem que pode ser derivado de calcário, rochas básicas e sedimentos argilosos ricos em cálcio e magnésio (OLIVEIRA, *et al.*,1992). São eutróficos, profundos ou rasos, possuindo coloração variante entre acinzentado, avermelhado ou amarelado. Apresentam altos teores de cálcio e magnésio e com alta capacidade de troca de cátions (EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009).

A tabela a seguir resume as potencialidades e limitações agrícolas dessas ordens de solo e as suas principais áreas de ocorrência.

Quadro 1 - Potencialidades e Limitações das ordens de solo e sua área de ocorrência.

<b>Tipo de solo</b>	<b>Potencialidade</b>	<b>Limitações</b>	<b>Área de ocorrência</b>
<b>Argissolos</b>	Fertilidade natural (eutróficos); em relevos mais suaves apresentam maior potencial para uso agrícola.	Baixa fertilidade, altos teores de alumínio; ácidos; suscetíveis a processos erosivos.	Ocorre geralmente associado a relevos acidentados e dissecados e suaves ondulados.
<b>Cambissolos</b>	Em áreas mais planas estão os de maior fertilidade natural, com argila de atividade baixa e de maior profundidade; possuem potencial para o uso agrícola.	Em relevos mais ondulados, os mais rasos apresentam impedimento à mecanização e possuem alta suscetibilidade aos processos erosivos.	Geralmente estão associados a relevos ondulados a montanhosos, ou em áreas baixas que possuem influência do lençol freático.
<b>Chernossolos</b>	Possuem alta fertilidade natural (eutróficos); baixa a mediana acidez e alta capacidade de troca de cátions relacionada à sua mineralogia, apresentando alto potencial agrícola	Suscetibilidade aos processos erosivos.	Depende da ocorrência de condições que favoreçam o desenvolvimento e a persistência do mesmo, como a presença de cálcio de e magnésio e de matéria orgânica.
<b>Espodossolos</b>	Normalmente não apresentam aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de conservação ambiental.	Presença de horizonte de impedimento; baixa fertilidade.	Áreas de clima tropical ou subtropical e relevo plano a ondulado.
<b>Gleissolos</b>	Podem apresentar potencial para uso agrícola desde que não apresentem altos teores de alumínio, de sódio e de enxofre.	Baixa fertilidade natural, teores elevados de alumínio, de sódio e de enxofre. São mal ou muito mal drenados, em condições naturais.	Desenvolvem-se nas proximidades dos cursos d'água; podendo ocorrer em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos e depressões.
<b>Latossolos</b>	Solos bem estruturados e	Baixa fertilidade	Mais frequentes em

	porosos; normalmente resistem à processos erosivos.	verificada na maioria dos latossolos; baixa retenção de umidade; alta acidez; alto teor de alumínio.	regiões equatoriais e tropicais, associados a relevos planos e suave ondulados.
<b>Luvissolos</b>	Alta fertilidade natural (eutróficos); apresentam geralmente boa permeabilidade.	Nos que ocorrem em relevos mais acidentados, há limitações para o uso agrícola, devido restrição a mecanização e a suscetibilidade a processos erosivos.	Ocorrem em áreas de clima seco, geralmente associados às áreas de relevos ondulados à fortemente ondulados.
<b>Neossolos</b>	Em áreas planas apresentam bom potencial para uso agrícola.	Em áreas com maior declividade e com menor profundidade, apresentam limitações para o uso agrícola devido à restrição a mecanização e à forte suscetibilidade aos processos erosivos;	Ocorrem associados a áreas de relevos muito ondulados, montanhosos e planos, que sofrem a influência do lençol freático
<b>Nitossolo</b>	Em áreas mais planas apresentam maior potencial agrícola.	Acidez ligeiramente elevada; nas áreas de maior declividade apresentam maiores limitações para o uso agrícola.	Ocorrem associados às áreas de relevos desde suave ondulado a forte ondulado.
<b>Organossolos</b>	Os solos de média a alta saturação por bases (eutróficos) indicam fertilidade natural mais alta.	Elevado teor de materiais sulfídricos, de sais e de enxofre; restrição à mecanização; drenagem deficiente; deficiência de aeração.	Ocorrem associados a ambientes mal a muito mal drenados, como áreas baixas de várzeas, depressões.
<b>Planossolos</b>	Quando ocorrem em ambientes com relevos planos ou suave ondulado apresentam maior potencial agrícola.	Permeabilidade lenta ou muito lenta; textura superficial arenosa; teor elevado de sódio; deficiência nutricional; deficiência de fósforo.	Áreas de relevo plano ou suave ondulado; baixadas, várzeas e depressões sob condições de clima úmido
<b>Plintissolos</b>	Potencial agrícola, relacionado a relevo plano ou suave ondulado.	Baixa fertilidade natural, acidez, elevada e drenagem.	Ocorrem em áreas quentes e úmidas, em terrenos de várzeas, relevo plano ou suavemente ondulado e em zonas geomórficas de baixada; em terços inferiores de encostas ou áreas de surgentes;
<b>Vertissolos</b>	Alta fertilidade.	Baixa infiltração;	Ocorrem em áreas

	drenagem lenta; impedimento à mecanização no período chuvoso.	aplanadas a pouco movimentadas e, menos frequentemente, em áreas movimentadas, encostas e topos de serras ou serrotes.
--	---	--

Fonte: EMBRAPA, 2006; GUERRA; BOTELHO, 2003; JACOMINE, 2009; FUNCEME, 2009; CUNHA *et al.*, 2010.

O solo se configura como o principal recurso natural para o uso agrícola, mas que pode ser esgotado, caso seja utilizado sem restrição ou de maneira errada pelo o homem (LACERDA *et al.*, 2007).

A formação do solo também é influenciada pelo desenvolvimento das formas de relevo, que contribui para as propriedades físicas e químicas do solo (LACERDA *et al.*, 2007). Nesse contexto, conhecendo-se a composição mineralógica e geoquímica do material que formou o solo, pode-se também caracterizar e classificar melhor os diversos tipos de solos e o seu potencial. Assim, é evidente a contribuição da análise do solo para realização desse estudo, por meio da integração existente entre o mesmo com o relevo e a geologia colaborando assim, para o entendimento da formação da paisagem e das limitações e potencialidades ao uso antrópico.

### 3.3 – Abordagem morfopedológica

Estudar a paisagem envolve os processos tanto estruturais como esculturais das formas de relevo e os fatores determinantes para a formação dos solos. Esses pontos essenciais para que se haja o entendimento da superfície sob o ponto de vista da morfopedologia (VILLELA *et al.*, 2015).

É um procedimento de modelagem ambiental que analisa relevo, solos e as rochas com o intuito de definir unidades com as características peculiares de cada região. Assim, tem como objetivo o subsídio para o planejamento do uso da terra e evitar a degradação ambiental.

A utilização da metodologia morfopedológica surgiu das abordagens propostas por Tricart e Killian (1979), que definiram unidade morfopedológica como uma porção do território, em que existem determinadas unidades geomorfológicas e de solos correspondentes que se formaram por meio de processos de morfogênese

e de pedogênese associados.

Essa proposta vem sendo testada e aprimorada, e teve como base relevante a releitura de um trabalho publicado por Ab'Sáber em 1969. Nesse trabalho, Ab'Sáber apontava três níveis necessários para compreender o meio físico, principalmente levando em conta a geomorfologia.

O primeiro nível revela como se comportam as formas de relevo, baseados no conhecimento de compartimentos topográficos. O segundo permite a apreensão e estudo específico dos testemunhos materiais dos processos que atuaram na elaboração das formas (morfogênese) no tempo (morfocronologia) e o terceiro possibilita a dedução do comportamento atual da paisagem (no caso a cronológica), a partir dos dois anteriores e também de estudos experimentais e medidas diversas, sobretudo dos agentes intervenientes (CASTRO E SALOMÃO, 2000, pag. 30).

Ao fazer uma releitura e adaptação desse artigo, Salomão em 1994 realizou uma pesquisa sobre como os compartimentos morfopedológicos são influenciados mediante a ocorrência de erosão linear nas áreas urbanas e rurais, no município de Bauru-SP. Nesse trabalho foram considerados os aspectos relevo, solo e o substrato geológico, com o objetivo de subsidiar ações para controlar esses processos erosivos.

Desse modo, Castro e Salomão, em 2000, publicaram um artigo no qual estabelecem a metodologia base para os trabalhos que pretendem utilizar a abordagem morfopedológica e definem os compartimentos morfopedológicos, como:

Fisionomias (externalidade) do meio físico biótico e abiótico que revelam um tipo reconhecível e delimitável de modelado do relevo suportado por organizações/estruturas litológicas e pedológicas (internalidade), cujos atributos e funcionamentos revelam consonância histórico-evolutiva, no tempo e no espaço e são passíveis de observações relativamente diretas através de procedimentos de compartimentação do modelado em escala de semi-detalhe, bem como de representação nessas mesmas escalas, e nas quais o uso e ocupação são capazes de induzir mudanças de formas, materiais e processos, de modo continuado ou rápido e intenso, induzindo mudanças no seu funcionamento e conseqüentemente na sua fisionomia (pag. 32 e 33).

O roteiro metodológico proposto por esses autores para o estudo dos compartimentos morfopedológicos e suas aplicações é feito por meio de cinco níveis hierárquicos de tratamento. Esses níveis tratam respectivamente da compartimentação morfopedológica, caracterização dos sistemas pedológicos, estudo do comportamento físico – hídrico, generalização dos resultados e o planejamento, finalizando na elaboração de documentos para uso e planejamento do solo (QUADRO 2).

Quadro 2 - Níveis de organização morfopedológica

<b>Níveis de tratamento/</b>	<b>Tipos de tratamento</b>	<b>Atividades Principais/ Escalas Ideais</b>	<b>Procedimentos Principais</b>
<b>1º Nível</b>	Compartimentação Morfopedológica (Em toda área de estudo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos analíticos temáticos e integrados dos atributos do meio físico;</li> <li>- Utilização de escalas regionais em escalas regionais com controle de reconhecimento em campo para validação.</li> <li>- Seleção dos compartimentos morfopedológicos para estudo detalhado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superposição de mapas temáticos: Mapa geológico; Mapa geomorfológico ou morfológico; Mapa de solos.</li> <li>- Delimitação de unidades morfopedológicas homogêneas (mapa de Compartimentos morfopedológicos)</li> </ul>
<b>2º nível</b>	Caracterização dos sistemas pedológicos. (Em cada compartimento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamento, descrição morfológica bidimensional dos solos (em topossequências) em campo, em escalas 1: 2:000 ou maiores;</li> <li>- Coleta de amostras e análises em laboratório; se possível, estudo micromorfológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representação gráfica das topossequências;</li> <li>- Tabulação e representação gráfica dos resultados laboratoriais e elaboração de interpretação das relações espaciais.</li> </ul>
<b>3º nível</b>	Estudo do comportamento físico – hídrico. (Em cada sistema pedológico)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensaio de caracterização do comportamento físico – hídrico dos sistemas pedológicos em campo, se possível com monitoramento do comportamento hídrico – climático;</li> <li>- Ensaio físicos hídricos em laboratórios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros das medições físico-hídricas dos sistemas pedológicos e sua representação gráfica dos fluxos hídricos;</li> <li>- Correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, o seu uso, ocupação, manejo e o problema enfocado.</li> </ul>
<b>4º nível</b>	Generalização dos resultados (Para a área toda)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistematização dos resultados obtidos através da identificação da relação dos processos e problemas estudados com os sistemas pedológicos e seu significado espacial na unidade morfopedológica e no conjunto dos compartimentos morfopedológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa de sistemas pedológicos cartas de restrições (ou risco) ao uso e ocupação.</li> <li>- Mapa geotécnico (áreas urbanas) mapa de capacidade de uso das terras (áreas rurais)</li> </ul>

<b>5º nível</b>	Planejamento (para toda área e cada	- Elaboração do plano diretor de uso e ocupação do solo	- Elaboração de medidas mitigadoras.
	compartimento morfo-pedológico em particular)		- Redação do plano diretor e do manual técnico de orientação.

Fonte: Salomão e Castro (2000), adaptado

Nesse contexto, a abordagem morfo-pedológica é voltada para a compreensão dos diversos fatores que são responsáveis pela estrutura das paisagens, buscando entender as características físicas do ambiente em que estão associados ao uso racional pela ação antrópica. Desse modo, as bases de investigação utilizadas nesse tipo de pesquisa são: a identificação das feições e percepção das estruturas, das funcionalidades dinâmicas e da vulnerabilidade para as intervenções feitas pelo o homem (LOHMANN, 2005; SANTOS, 2005; VILLELA *et al.*, 2015).

Com o intuito de corroborar para a consolidação da abordagem morfo-pedológica, muitos trabalhos foram realizados elencando a relação do relevo, do solo e da geologia. Um exemplo é o trabalho proposto por Capellari (1998) que identificou por meio da compartimentação morfo-pedológica, as zonas vulneráveis à erosão em São Paulo.

Nakashima (1999) procedeu de uma maneira um pouco diferente ao elaborar um mapa de sistemas pedológicos, na região noroeste do Paraná. Primeiramente cruzou o mapa hipsométrico com o de solos e obteve as unidades morfo-pedológicas. Em seguida caracterizou a morfologia dos sistemas pedológicos, por meio de topossequências dos compartimentos, ou seja, a sequência de solos observados ao longo da encosta.

Barbalho (2002) em seu trabalho realizado na Alta Bacia do Rio Araguaia (GO) afirma que a compartimentação morfo-pedológica tem como objetivos:

“Delimitar unidades da paisagem e/ou compartimentos a partir dos processos complexos de morfogênese e pedogênese explicitamente relacionados entre si, que lhe conferem uma dinâmica de evolução específica. Estes processos variam em função da declividade, da natureza das rochas, do material superficial, do clima, da formação vegetal e do solo.”

Desse modo, os compartimentos morfopedológicos se mostram como produto que sintetiza as relações naturais existentes em uma área e estrategicamente, diagnóstica os riscos que ela pode sofrer, caso falte organização do uso e da ocupação (BARBALHO, 2002; CASTRO & SALOMÃO, 2000). Assim, ele pode está relacionado ao zoneamento para uso e ocupação do solo, estabelecendo programas de controle corretivo e preventivo, estabelecendo limitações e diretrizes que estejam em consonâncias com as condições ambientais do solo e do relevo (VILLELA *et al.*, 2015).

No presente trabalho será abordado o 1º nível, utilizando cartas e mapas temáticos em escala 1: 200000, com elaboração do mapa de declividade sobre a base topográfica, fazendo posteriormente a superposição das cartas de geomorfologia e de solos. No 3º nível, abordou-se a correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, o seu uso, ocupação, manejo e o problema enfocado. Os mapeamentos serão validados a partir do trabalho de campo.

## **4 – PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS**

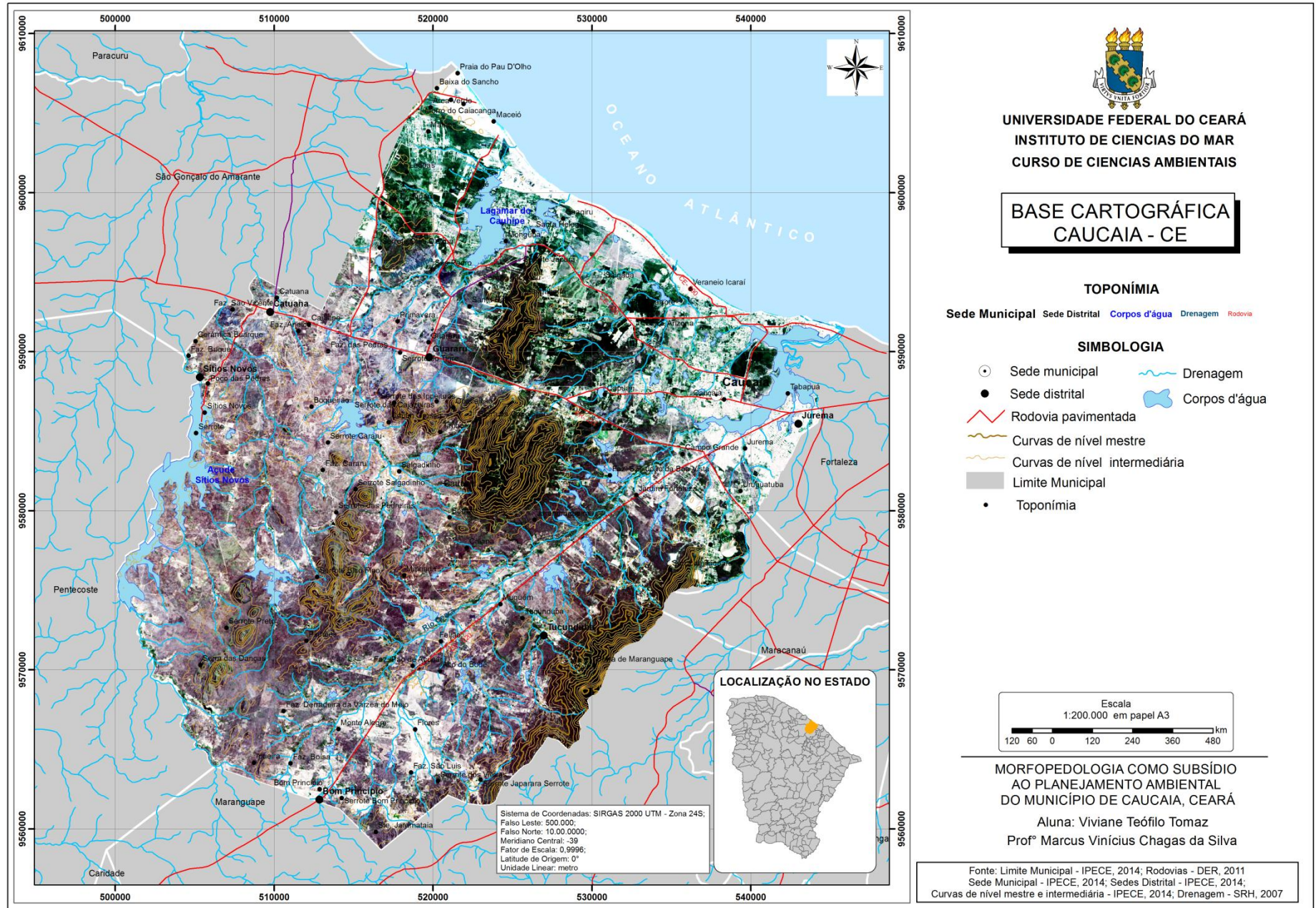
### **4.1 – Delimitação da área de estudo**

A área de estudo é o município de Caucaia, que faz parte da região metropolitana de Fortaleza, distando 20 km da capital cearense. O mesmo faz limite a oeste com os municípios de São Gonçalo do Amarante, Pentecoste e Maranguape, a leste com Maranguape, Maracanaú e Fortaleza, ao sul com Maranguape e ao norte com São Gonçalo do Amarante e o Oceano Atlântico.

É considerado um município extenso, com uma área de aproximadamente, 1227,9 km<sup>2</sup>, o que representa 0,83% do território estadual, englobando a sede e os distritos de Catuana, Sítios Novos, Bom Princípio, Tucunduba, Guararu, Mirambé e Jurema (IPECE, 2016).

Possui um contingente populacional de 325.441 mil habitantes, com densidade demográfica de 265,93 hab/km<sup>2</sup>, sendo 89,19% residentes na zona urbana e 10,82% na zona rural do município.

Mapa 1: Mapa localização, Caucaia - CE



## 4.2 – Técnicas operacionais

Para alcançar os objetivos deste trabalho e realizar a compartimentação morfopedológica do município de Caucaia, aplicou-se a metodologia proposta por Castro & Salomão (2000), aplicando-se os níveis de tratamento de acordo com a realidade da área em estudo.

O procedimento técnico foi dividido em três etapas: levantamento bibliográfico e elaboração de mapas feitos em gabinete e a análise feita em campo para validar os dados. As bases cartográficas utilizadas foram as seguintes:

Quadro 3: Bases cartográficas utilizadas na pesquisa

Bases	Fonte	Ano	Escala	Geometria
Sedes municipais	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)	2014	1:100.000	Pontos
Sedes distritais	Instituto de pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)	2014	1:100.000	Pontos
Rodovias	Departamento Estadual de Rodovias do Ceará (DER)	2011	1:100.000	Linhas
Drenagem	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (SRH),	2007	1:100.000	Linhas
Base de geologia	Companhia de Recursos Minerais (CPRM).	2009	1:600.00	Polígonos
Base de geomorfologia	Companhia de Recursos Minerais (CPRM)	2016	1:100.000	Polígonos
Base de solos	Zoneamento Agroecológico do Estado do Ceará (SEAGRI, 1988); Nova classificação de solo pela EMBRAPA.	2006	1:800.000	Polígonos
Atlas Digital de Geologia do Ceará	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)	2003	1:100.000	Polígonos

Fonte: Organização - Autora

A primeira etapa consistiu da elaboração de mapas no software ArcGis 10.1, (LICENÇA )na escala 1:200:000. A imagem utilizada foi do satélite Landsat 8 sensor OLI+ (Operational Land Imager), obtida pelo *site* do *USGS EarthExplorer*, com a resolução espacial de 30 metros, de setembro de 2016, órbitas-pontos 217/63. No *ArcCatalog* foi feita a composição das bandas de números 2, 3 e 4,

respectivamente, falsa cor red(R), green(G) e blue(B), e com a imagem resultante foi feita a fusão com a banda 8, a pancromática, que possui resolução de 15 metros. Assim sendo, a resolução final da imagem foi de 15 metros. Posteriormente, no *ArcMap*, a imagem foi registrada com a *Geocover 2000*, através da coleta de pontos de controle correspondentes entre elas.

Segundo Barbalho (2002), a uniformidade de escala entre os documentos que irão ser produzidos é de importância fundamental, por isso foi criado um *geodatabase* para uniformizar os *shapfiles* para a projeção SIRGAS 2000 UTM 24S. Dentro do *geodatabase* foi criado um *feature class* para cada tema mapeado.

Os corpos d'água e as planícies existentes no município foram mapeados baseados na interpretação visual, de acordo com a expressividade para escala utilizada nesse trabalho, que é de 1:200.000.

As rodovias também foram mapeadas pela interpretação da imagem de satélite e das imagens do *Google Earth*. Posteriormente essas bases foram unidas com os *feature class dataset* de geologia, de geomorfologia e de pedologia, tendo a sua nomenclatura adaptada para cada tema utilizado.

O mapa de declividade serve para a identificação das áreas mais suscetíveis a erosão, baseando-se na altimetria do terreno. Fato esse que pode regular a ocupação em zonas urbanas, norteando o desenvolvimento do lugar. Nesse contexto, foi elaborado o mapa de declividade de Caucaia utilizando o SRTM. No *ArcGis*, foram estabelecidas seis classes de declividade propostas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), considerando terrenos planos a fortemente dissecados:

- a) **Plano (0 – 3%)**: superfícies com desníveis muito pequenos;
- b) **Suave ondulado (3 - 8%)**: superfície pouco movimentada topograficamente, apresentando conjuntos de colinas com declives suaves;
- c) **Ondulado (8 -20%)**: superfície pouco movimentada topograficamente constituída por colinas e/ou outeiros, com declives moderados;
- d) **Forte Ondulado (20 – 45%)**: superfície movimentada topograficamente, constituída por outeiros e/ou morros, com elevações de 50 a 100m e de 100 a 200m de altitudes relativas, respectivamente e raramente colinas, com declives fortes;

- e) **Montanhoso (45- 75%):** superfície de topografia vigorosa, predominando formas de relevo acidentadas como morros, maciços montanhosos, montanhas e/ou alinhamentos montanhosos, com desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes;
- f) **Escarpado (> 75%):** superfícies muito íngremes e escarpadas, predominando formas abruptas como aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes;

A classificação proposta tem o intuito de gerar informações para corroborar na prática e no emprego da mecanização agrícola, associando aos tipos de solos e a sua susceptibilidade à erosão, ou seja, suas limitações e potencialidades (EMBRAPA, 2006).

Considerando que a abordagem morfopedológica consiste da análise integrada com a sobreposição dos mapas temáticos de geologia, de geomorfologia e de solos, foram elaborados os mapas temáticos. O objetivo dessa ação foi de obter uma riqueza e clareza de dados e maior aproximação com a realidade vista em campo.

Para o mapa geológico, foi utilizada a base cartográfica do Atlas da CPRM (2003) e a interpretação visual da imagem com o intuito de identificar os depósitos quaternários, que geralmente se localizam próximos aos cursos d'água ou áreas mais rebaixadas (SILVA, 2007). Além disso, foram utilizados trabalhos publicados e as idas a campo, para melhor identificação dos afloramentos rochosos.

Para o mapeamento geomorfológico, utilizou além da base cartográfica da CPRM, a interpretação visual da imagem de satélite, por meio da combinação da tonalidade, forma e textura dos elementos. Além disso, a declividade e a interpretação visual da distribuição e espaçamento das curvas de nível contribuíram para esse mapeamento.

As curvas de nível, nesse contexto, são bastante eficazes, visto que são linhas, que em intervalos iguais, ligam pontos com a mesma altitude, tendo o seu espaçamento de acordo com a escala desejada (IBGE, 2009; MÜLLER FILHO & SARTORI 1999). Assim, foi possível identificar e delimitar de forma mais aproximada as unidades geomorfológicas e as feições de relevo expressivas para a escala utilizada, utilizando as disponibilizadas pelo IPECE, com equidistância de 40 metros.

O mapeamento pedológico foi feito a partir da análise do Levantamento Exploratório, 1988. Após identificação, foram feitas em média cinco visitas a campo, com abertura e posterior análise de perfil de solos, com o intuito de atualizar o mapa pedológico e de validar os dados. É válido salientar que nesse trabalho foram desconsideradas as áreas urbanas e edificações para fazer a análise das variáveis solo-relevo e rocha.

Com os mapas de geologia, geomorfologia e pedologia elaborados, foi feita a sobreposição do mapa pedológico e geomorfológico, utilizando o *ArcGis*. Com o resultado da sobreposição, aliado com a imagem de satélite e com o que foi visto em campo, foi possível identificar a relação existente entre as variáveis e sua influência no município de Caucaia. Assim, o critério principal para a delimitação das áreas foi o processo de dissecação/ acumulação sofrido pelo relevo e que gera os mais diferentes tipos de solo.

## 5 – RESULTADOS

### 5.1 – Geologia

O município de Caucaia possui uma geologia configurada pelas coberturas sedimentares do Cenozóico, com existência de rochas do embasamento cristalino e do vulcanismo Terciário (MEDEIROS *et al.*, 2012). A região se insere na Faixa de Dobramentos Jaguaribeano, com exposição de terrenos gnaissicos-migmatíticos-graníticos (FREITAS, 2009). Geologicamente possui as seguintes unidades litoestratigráficas: Depósitos Inconsolidados do Quaternário, Depósitos Litorâneos, Formação Barreiras, Corpo Granitóide de quimismo Indiscriminado, Suíte Magmatismo Messejana, Suíte Intrusiva Tamboril Santa Quitéria, Complexo Ceará Unidade Canindé, Unidade Canindé Quartzito, Complexo Ceará Unidade Independência, conforme o mapa geológico.

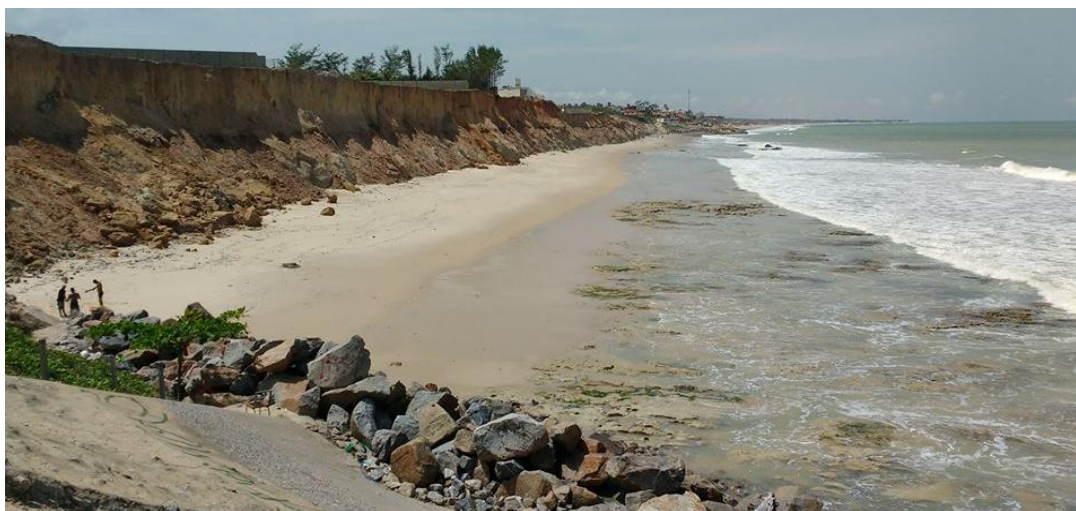
Os *Depósitos inconsolidados do Quaternário* são pertencentes ao Holoceno, sendo constituídos por sedimentos arenosos não consolidados e ricos em matéria orgânica, como por exemplo, areia, cascalho, argila, mal selecionados, que foram sendo depositados por meio de processos fluviais e aluviais (BRASIL, 1984). Desse modo, ocorrem associados às planícies e vales fluviais, se distribuindo por toda extensão do município, tanto nas superfícies aplainadas como nas calhas de drenagem.

Os *Depósitos Litorâneos* são os sedimentos acumulados resultantes da deriva litorânea, influenciados pela ação do mar e dos ventos, datados do Quaternário. É constituído por argila, areia e cascalho, se localizando na faixa de praia do município.

A *Formação Barreiras* é formada por sedimentos de rochas pliopleistocênicas, de idade miocênica com variações tanto de litologia, como de tonalidade e de estrutura sedimentar. Ocorre paralela a linha de costa, à retaguarda dos sedimentos eólicos, que adentra o continente por 20 km (BRANCO, 2003; FREITAS, 2009).

A sua largura é variante ao longo da costa, estando geomorfologicamente abaixo das feições de tabuleiros pré-litorâneos, com leve inclinação em direção ao mar, podendo aflorar na faixa de praia formando as falésias, como mostra a figura 1 na praia do Pacheco em Caucaia (RADAMBRASIL, 1981).

Figura 1 - Erosão na praia do Pacheco – Caucaia, CE



Fonte: Autora

A Formação Barreiras teve sua origem ligada aos eventos de erosão e deposição, que geraram superfícies de aplainamentos, sob condições de clima semi-árido. Litologicamente possui composição areno-argilosa, às vezes siltosa, com coloração vermelhada, amarelada ou castanha, podendo apresentar mosqueados, tendo o quartzo como o seu componente dominante (FREITAS, 2009).

A *Suíte Magmatismo Messejana* ocorre de maneira pontual e restrita no município de Caucaia, associada a maciços residuais na porção centro sul. É constituída litologicamente por fonolitos, traquitos, tufos alcalinos e essexitos porfíricos, ocorrendo associados ou isoladamente, datada dos últimos eventos tectônicos devido à abertura do Oceano Atlântico (BARBOSA *et al.*, 2016)

A *Suíte Intrusiva Tamboril Santa Quitéria* é formada pela intrusão de rochas plutônicas cristalinas em rochas do complexo nordestino, possuindo sua litologia constituída por granito, granodiorito, migmatito, anfibolito, milonito, datando do Pré-Cambriano Não diferenciado. Ocorre no município bordejando a costa leste, na divisa com o município de Maranguape, associado geomorfologicamente, principalmente a maciços residuais (BRANDÃO, 1998; CPRM, 2003)

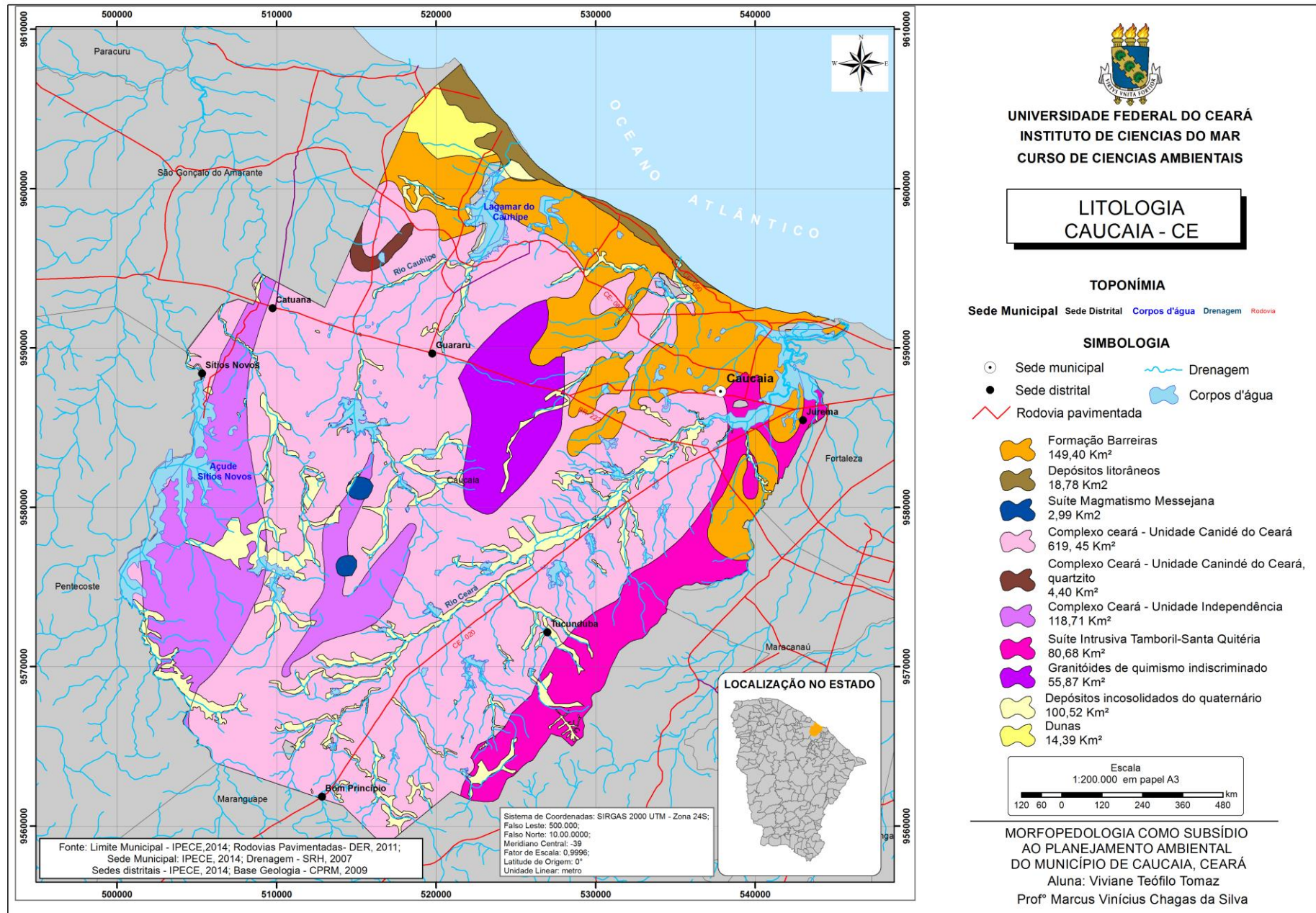
O *Complexo Ceará – Unidade Canindé do Ceará* tem sua litologia constituída por paragnaisse em diversos níveis de metamorfismo- migmatização, anfibolito, quartzito, xisto, metaCalcário, ortognaisse, datando do Proterozóico (CPRM, 2003; BRANDÃO *et al.*, 2003). Abrange a maior parte do município, ocorrendo associado à depressão sertaneja. Essa superfície apresenta-se geralmente em um relevo plano,

no entanto, em algumas partes apresenta-se em relevo suave ondulado, com cristas e maciços interrompendo sua baixa declividade.

O *Complexo Ceará – Unidade Canindé do Ceará – Quartzito* é no município a menor expressão geológica, apresentando-se com uma mancha na porção oeste perto da zona costeira. É composto por rochas metassedimentares como, por exemplo, quartzitos, gnaisses e xistos, datando do Proterozóico (CAVALCANTI E CAVALCANTE, 2014).

*Complexo Ceará - Unidade Independência* data do Proterozóico e possui sua litologia constituída por paragnaisse, gnaisses, metacalcário, quartzito (CPRM, 2003). No município, ocorre na porção oeste associado à depressão sertaneja e na porção central associado a cristas e maciços residuais.

Mapa 2 – Litologia, Caucaia - CE



Fonte: Autora

## 5.2 – Geomorfologia

Realizar a compartimentação morfológica engloba o estudo dos diversos níveis topográficos e características do relevo que apresentam uma significância no processo de ocupação, assim, a geomorfologia pode oferecer subsídios e orientações para o uso e ocupação de determinada área (CASSETI, 2005).

Nesse contexto, foram encontradas as seguintes feições geomorfológicas no município: faixa praial, planície de deflação, dunas fixas, dunas móveis, planície flúvio-marinha, manguezal, planície fluviolacustre, planície fluvial, pré-litorâneos, depressão sertaneja, maciços e cristas residuais .

A praia é conhecida como uma região consideravelmente dinâmica, que possui diversos agentes modificadores, que determinam as suas características morfológicas (SILVA, 2005).

É definida como um depósito sedimentar, geralmente constituída por material inconsolidado, como areia, cascalho, seixos, sendo sustentada pela interação das ondas com a costa (KING 1959). Ela se divide em pós praia, estirâncio e antepraia, conforme Souza (2005), e é considerada um ambiente atrativo para recreação e lazer, portanto sujeito à ocupação. No entanto, possui uma intensa atuação morfogenética, tornando-se um ambiente vulnerável com riscos à ocupação e ao uso indevido (SOUZA, 2000).

A *faixa praial* no município apresenta cerca de 31 km de extensão, englobando as praias de Iparana, Pacheco, Icaraí, Cumbuco, Tabuba e Dois Coqueiros, possuindo um perfil perpendicular à costa. Desde os anos 2000 sofre com o avanço do mar em direção à costa e atualmente já se encontra em processo avançado de erosão, como pode ser visto na figura 01.

Figura 2: Faixa Praia com erosão costeira, Praia de Iparana, Caucaia, CE



Fonte: Autora

A *planície de deflação* é uma feição geomorfológica plana, com suave inclinação em direção ao mar que se forma a partir do limite da maré alta e se estira até o início dos campos de dunas. Ela se forma tanto pela ação dos ventos que movem os sedimentos, como pelo o avanço de dunas em direção ao continente (Figura 3).

Nesse local, pode ocorrer a formação de pequenas dunas e de lagoas no período chuvoso. Assim a ocupação desordenada nessa área pode impedir a migração de sedimentos das dunas, impossibilitando a formação de novas dunas na área que foi ocupada (PINHEIRO, 2009).

Foi visto no município a ocupação de boa parte dessa feição motivada pela a atividade turística, favorecendo o desenvolvimento de empreendimentos residenciais de veraneio e de *resorts* com os campos de *golf*.

Figura 3: Planície de deflação, na Praia do Icarai, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Os campos de dunas são depósitos de areia que estão localizados ao longo da faixa praia, considerados grandes belezas cênicas da costa litorânea, dotados de um considerável potencial de água subterrânea. Podem ser divididos em dunas fixas ou paleodunas que são a geração mais antiga e dunas móveis que são a geração mais atual.

As *dunas fixas ou semi-fixas* (paleodunas) são ambientes instáveis, revestidos por vegetação arbórea de porte médio, que fazem parte de uma geração mais antiga de dunas, submetidas a processos pedogenéticos. Em Caucaia se localizam principalmente na porção oeste do município, se sobrepondo aos sedimentos da formação Barreiras (Figura 4).

Figura 4: Dunas fixas, Praia do Cumbuco, Caucaia - CE



Fonte: Autora

As dunas fixas são compostas litologicamente com areias bem selecionadas, com granulação fina a média, em tons alaranjados, amarelos e acinzentados (BRANDÃO, 1995).

As *dunas móveis* são formadas a partir da acumulação de sedimentos que migram da praia em direção ao interior devido à ação eólica. Elas se localizam na faixa praial, sendo caracterizadas pela ausência de vegetação, possibilitando-as de se moverem pela ação do vento (Figura 5). Elas são compostas por areias esbranquiçadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo (SOUZA, 2000; PINHEIRO, 2009).

Figura 5: Dunas móveis, Praia do Cumbuco, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Os campos de dunas são feições dotadas de uma grande importância ambiental, pois colaboram com o balanço sedimentar da zona costeira, visto que são formações que acumulam sedimentos. Desse modo, contribuem para a manutenção das praias, evitando o processo erosivo, por meio do fornecimento contínuo de sedimentos, favorecendo assim o equilíbrio dinâmico na faixa costeira (PINHEIRO, 2009).

Além disso, devido a sua beleza cênica, as dunas também apresentam um elevado potencial turístico. No município de Caucaia, destacam-se as dunas da praia do Cumbuco, que atraiu diversos empreendimentos como diversos hotéis, *resorts*, restaurantes para atender o grande número de turistas que buscavam principalmente as práticas esportivas, como o passeio de *buggy* e o *skibunda*.

No entanto, isso provocou uma ocupação desordenada sob as dunas, descaracterizando-as, tendo assim, a topografia consideravelmente alterada por essa ocupação. A figura 6 retrata as linhas de dunas comprovando que no passado eram campos de dunas.

Figura 6: Ocupação das Dunas – Praia do Icaraí, Caucaia



Fonte: Autora

De acordo com a Lei Federal Nº. 12.651 (Código Florestal), em seu artigo 4, inciso VI, caracteriza as restingas fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues, como Área de Preservação Permanente (APP), ou seja, as dunas fixas que possuem esse tipo de vegetação não podem ser ocupadas.

O plano Diretor municipal em seu Art. 138, no inciso III também apresenta a vegetação de dunas como área de preservação permanente para proteção integral e uso indireto.

A *planície litorânea* age recobrando os sedimentos antigos da Formação Barreiras, sendo composta por sedimentos halocênicos. No município foi constatada uma relação entre as feições que compõe a planície litorânea, provocando diversas formas de erosão e acumulação de sedimentos. Dentre elas, as planícies *flúvio-marinhas* são caracterizadas pela deposição de sedimentos argilosos, em sua maioria, com uma grande quantidade de matéria orgânica, tendo a sua disposição resultante da mistura de águas doce e salgada que gera um material escuro e lamacento (SOUZA, 2000).

É um ambiente instável, que fica parcial ou permanentemente submersos,

associado à existência do manguezal na desembocadura dos rios. Este é um ecossistema complexo e frágil, sendo o berçário de diversas espécies de animais como peixes e crustáceos e que possui uma importância tanto biológica como física, essenciais para a manutenção do ambiente.

Nesse contexto, a área que abrange manguezal e estuário é considerada como Área de Preservação Permanente, conforme a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (Código Florestal) e o PDDU do município, e, portanto, de uso proibido. Entretanto é um ambiente vulnerável ao uso e à ocupação devido à expansão urbana vista no município, e que está sendo utilizado tanto para grandes empreendimentos imobiliários, como também pela população mais carente. Como essa área está sujeita a alagamentos, essas famílias acabam sofrendo com as cheias no período chuvoso, além do desmatamento e da poluição do rio.

A *planície fluviolacustre* é uma área de acumulação de sedimentos que inunda e bordeja as lagoas existentes na planície litorânea e nos tabuleiros pré-litorâneos (MEDEIROS, *et al*, 2012). Em Caucaia ela é representada, por exemplo, pelo Lagamar do Cauhípe, como mostra a figura 7.

Figura 7: Lagamar do Cauhípe, Caucaia - CE



Fonte: Autora

O lagamar do Cauhípe é uma Área de Proteção Ambiental (APA), conforme o Decreto Estadual Nº 24.957, de 05 de Junho de 1998, que está inserido tanto nos tabuleiros pré-litorâneos como também na planície fluviolacustre. É uma área com grande fluxo turístico, que a utilizam principalmente para a prática de atividades esportivas, como mostra a figura 8.

Figura 8: Restaurantes à margem do Lagamar do Cauhípe



Fonte: Autora

A *Planície fluvial* é caracterizada por uma área plana que surgiu por meio de mecanismos de acumulação de sedimentos dos leitos dos rios. Em Caucaia ela ocorre associada aos rios Ceará, São Gonçalo, Barra Nova, Juá, dentre outros.

Segundo Souza (2000) é um ambiente de transição e que possuía de média a alta vulnerabilidade, pois há uma maior ação da morfogênese sobre a pedogênese, geralmente. Além disso, é uma área sujeita a inundações durante a quadra chuvosa, devido a drenagem que é imperfeita, sendo esse considerado um fator limitante para uso da terra (SOUZA, 2005).

Nesse contexto, apresentam solos propícios para o desenvolvimento da agricultura, no entanto a vegetação dominante é a mata ciliar, que conforme a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 é considerada área de Preservação Permanente (APP), de acordo com a largura do rio, e que, portanto tem uso restrito. No município encontra-se em estágio de ocupação tanto pela população mais carente como também, para extração de areia irregular no período de estiagem dos rios (Figura 9).

Figura 9: Planície fluvial, com leito seco, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Os *tabuleiros pré-litorâneos* constituem a faixa de transição existente entre as terras mais altas e as mais baixas, no caso, a planície costeira, se distribuindo ao longo da linha de costa (SOUZA, 1988). São caracterizados como uma superfície rebaixada, tabular e dissecada pelas planícies fluviais, aflorando, muitas vezes ao litoral, formando as falésias.

Em Caucaia os tabuleiros pré-litorâneos são registrados após a planície flúvio-marinha do Rio Ceará e dos campos de dunas. Geologicamente são moldados pela formação Barreiras, que distribui paralela a linha de costa, à retaguarda dos sedimentos eólicos (MEDEIROS *et al.*, 2012).

Os *maciços residuais* representam um conjunto de áreas montanhosas sobrelevadas em meio a áreas de relevo suave ondulado (Figura 10) e baixa altimetria (Figura 11) como as superfícies de aplainamento. São geralmente sustentadas por rochas graníticas e quartzíticas, sendo mais resistentes à erosão (BRANDÃO; FREITAS 2014).

Figura 10: Maciços residuais, Distrito de Bom Princípio, Caucaia – CE



Fonte: Autora

Figura 11: Maciços residuais com o entorno em relevo plano, Distrito de Sítios Novos, Caucaia - CE



Fonte: Autora

No município de Caucaia (Figura 12) eles ocorrem de modo pontual em meio a depressão sertaneja, apresentando altitudes médias de 500m (JUNIOR, 2009). Eles possuem uma expressividade na área e são identificadas por algumas serras como, por exemplo, a do Juá, que é o ponto mais alto com 620 m, e as serras das Danças, do Juá, de Maranguape, da Conceição e do Camará e de serrotes como o Jucurutu, o Olho d'água, o Cajazeiras.

Figura 12: Maciços Residuais, às margens da BR- 122, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Estas superfícies possuem relevos fortemente dissecados em formas de topos convexos e aguçados, com declives mais suaves, apresentando condições climáticas úmidas e subúmidas (SOUZA, 2000). Assim sendo, os maciços residuais podem apresentar condições geomorfológicas diferentes:

- Serras úmidas: áreas de clima úmido, expostas aos ventos úmidos do litoral, favorecendo a ocorrência de precipitações orográficas, com solos profundos e bem drenados (BRANDÃO; FREITAS 2014). Souza (1998) classifica as serras e Maranguape, do Juá e da Conceição como maciços pré-litorâneos, sendo os setores mais altos do município. Assim sendo, essas áreas possuem uma maior disponibilidade hídrica, por isso há o desenvolvimento de solos mais férteis e ricos em matéria orgânica.

- Serras secas: áreas com solos pouco profundos, arenosos, com muitos blocos rochosos nas vertentes, em que predominam os processos de intemperismo físico (PEREIRA; SILVA, 2005).

As *cristas residuais* são feições com dimensões menores que os maciços residuais que sofreram erosão diferencial em porções de rochas resistentes, formando conseqüentemente relevos rochosos em solos muito rasos e com declives íngremes, sendo assim limitado à ocupação humana (SOUZA, 2000) (Figura 13). Elas ocorrem de forma pontual no município, dispersas em meio à depressão sertaneja, sustentadas pelo Complexo Ceará – Unidade Canindé, que tem sua litologia composta por xistos e pargnaisses.

Figura 13 – Cristas em Caucaia, Distrito de Bom Princípio, Caucaia - CE



Fonte: Autora

As cristas e os maciços residuais apresentam declividade variando entre 8 a 20%, apresentando relevo moderadamente ondulado, e de 75 a 90% com relevo

fortemente dissecado, que se localizam na porção central e leste do município no limite com o município de Maranguape.

Em algumas áreas do município essas feições de relevo têm sofrido os impactos gerados pelo uso indiscriminado para a extração mineral (Figura 14). A atividade mineradora tem crescido nos últimos anos no município, aumentando conseqüentemente o número de empresas que pediram ao órgão competente do município a licença mineral para executar a atividade.

Figura 14 – Extração mineral, às margens da BR- 122 em Caucaia - CE



Fonte: Autora

É recorrente também no município a extração de areia e argila, que ocorre nos ambientes aluviais. Entretanto, caso essa atividade seja feita sem o monitoramento e cuidado necessários, essa prática pode provocar diversos impactos ambientais como desmatamento, poluição hídrica e visual, retirada da camada superficial do solo, erosão e assoreamento dos corpos hídricos.

A maior porção do território do município de Caucaia é coberta pela depressão sertaneja, que segundo Souza (2000), seria um “conjunto de superfícies de aplainamento que truncam e obliteram um complexo e diversificado conjunto de rochas ígneo-metamórficas, recoberta por caatinga.”

Na área (Figura 15) ela é caracterizada por possuir uma grande diversidade litológica com destaque para o embasamento gnáissico-migmatítico-granítico e que está submetida ao clima semi-árido, apresentando uma irregularidade pluviométrica (SOUZA, 2000).

Figura 15 – Depressão Sertaneja, Caucaia - CE

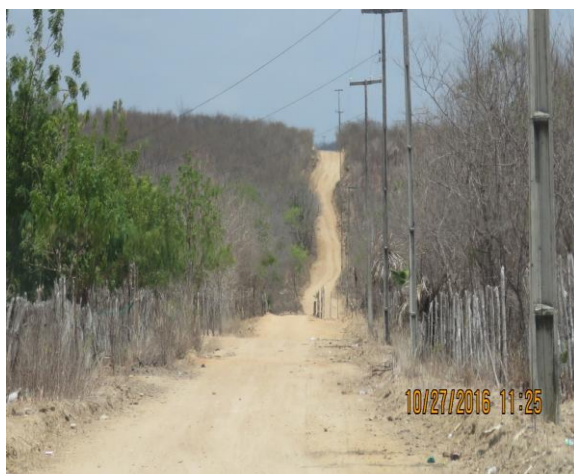


Fonte: Autora

Entretanto, apesar da depressão sertaneja apresentar-se em terrenos planos, pode-se perceber em campo que boa parte da área é constituída também por relevo suave ondulado, que é imperceptível na escala cartográfica utilizada, como mostram as figuras 16 e 17. Esse fato é comprovado também ao observar que a rede de drenagem obedece a um padrão dendrítico e possui no seu substrato geológico as rochas gnaisses.

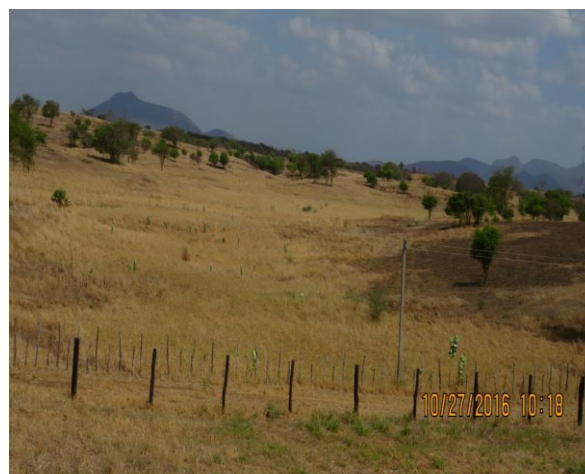
As superfícies aplainadas, caracterizadas como depressão sertaneja, estão localizadas em um nível altimétrico menor a 200 m, apresentando topografias planas ou suave onduladas, que se desenvolveu em rochas cristalinas. Essas áreas encravadas na depressão sertaneja bordejam as serras úmidas e secas, possuindo contato com a Formação Barreiras (MEDEIROS *et al.*, 2012).

Figura 16: Depressão Sertaneja em relevo suave ondulado, Distrito de Catuana, Caucaia



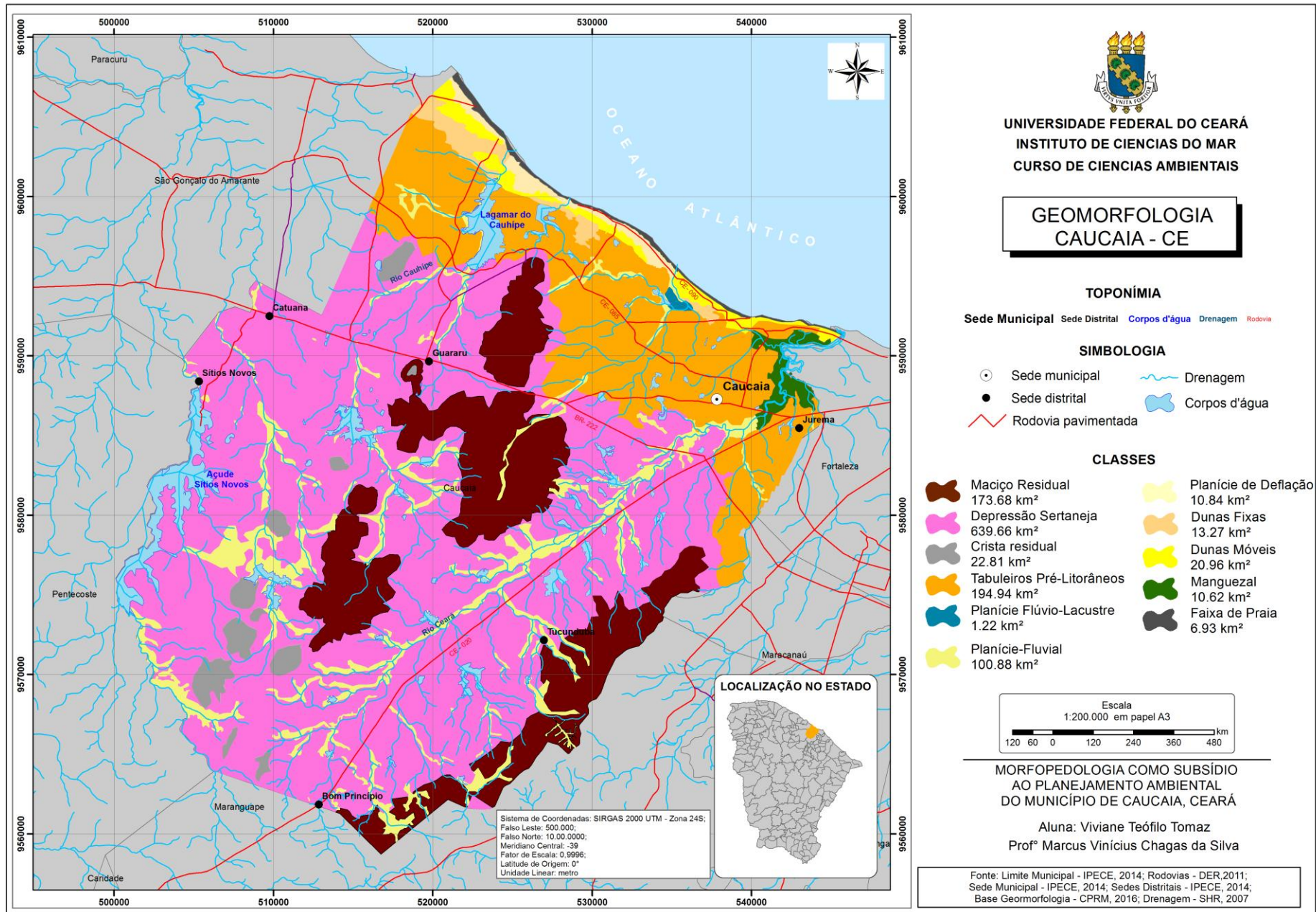
Fonte: Autora

Figura 16: Depressão Sertaneja em relevo suave ondulado, Distrito de Catuana, Caucaia



Fonte: Autora

Mapa 3 – Geomorfologia, Caucaia - CE



Fonte: Autora

### 5.3 – Solos

A caracterização dos tipos de solos existentes no município de Caucaia foi feita baseada no Levantamento Exploratório de 1988, das imagens de satélites e das idas a campo, com a escavação de perfis de solo. A classificação foi feita de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA, do ano de 2014.

Assim, foram identificados oito tipos de solos: Neossolos Flúvicos, Gleissolos Sállicos, Neossolos Quartzarênicos, Planossolos Hápllicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Vertissolos, Neossolos Litólicos Eutróflicos e Luvisolos Crômicos. Essa variedade de solos no município pode ser justificada pela diversidade litológica e pelas formas de relevo existentes.

Os *Neossolos Flúvicos* são solos profundos, de alta fertilidade natural, com minerais não hidromórficos, formados por sucessivas deposições de sedimentos do Quaternário (EMBRAPA, 2014). São considerados profundos e moderadamente a imperfeitamente drenados (MEDEIROS, 2014). Em Caucaia se distribuem ao longo dos cursos dos principais rios, como o Ceará, Juá, Cauhípe e também de lagoas, associados à vegetação de mata ciliar, com destaque para a existência da Carnaúba (*Copernicia prunifera*).

Nesse contexto, a Carnaúba é protegida pelo Decreto estadual Nº 27.413 de 30 de março de 2014, que a considera como símbolo do Estado do Ceará e por isso, a derrubada ou o corte da mesma, está condicionado à autorização dos órgãos estaduais vigentes.

A área de vegetação de mata ciliar também é protegida pelo Código Florestal e pelo Plano Diretor Municipal, em que dependendo da largura do rio, deve ser considerado a Área de Preservação Permanente (APP), restrita ao uso.

No entanto, esses solos foram bastante utilizados para atividades agrícolas devido à disponibilidade hídrica e conseqüentemente fertilidade e devem-se considerar as restrições pertinentes a eles.

Os *Gleissolos Sállicos* são solos minerais, constituídos por argila e areia, em que o horizonte glei inicia dentro de 50 cm da superfície, geralmente, e possuem uma elevada concentração de sais (EMBRAPA, 2006). Ocorre associado aos mangues e apesar da concentração de matéria orgânica em decomposição, é inadequado ao desenvolvimento agrícola, visto o alto teor salino. Esse tipo de solo

foi identificado numa pequena porção nordeste do município, especificamente na planície flúvio-marinha do Rio Ceará, sendo recoberto pela vegetação do mangue.

Os *Neossolos Quartzarênicos* são solos essencialmente quartzosos, pouco evoluídos, formado por material mineral ou material orgânico com menos de 20 cm de espessura, sem horizonte B (JACOMINE, 2009). Geralmente são profundos, apresentando coloração esbranquiçada ou amarelada, além de possuírem alta permeabilidade (MEDEIROS, 2014). Entretanto as altas taxas de infiltração e o relevo suave, fazem desse tipo de solo pouco suscetíveis à erosão (RIBEIRO, *et al.*, 2009) São solos de baixa aptidão agrícola, e o seu uso indiscriminado e de culturas anuais pode fazer com que rapidamente sofram degradação ( VIEIRA, 1987; SILVA *et al.*, 1993)

Os *Planossolos* são caracterizados pela pouca profundidade e baixa permeabilidade, e por isso encharcam no período chuvoso. No horizonte superficial apresentam uma coloração bruno-claro a bruno-escuro e uma textura arenosa, mudando de forma abrupta para outro horizonte B plânico mais compactado e impermeável com textura argilosa (BRASIL, 1973). A partir de 50 cm já ocorre o contato lítico e o horizonte A é quase inexistente como mostra a figura 18, no perfil de solo aberto no município.

Figura 17: Perfil de Planossolo, próximo a CE-020, Caucaia- CE



Fonte: Autora

Em Caucaia esse tipo de solo é predominante e ocorre geralmente associado à depressão sertaneja e existe a associação do Planossolo Háplico com o Planosso Nátrico. Além disso, a vegetação que se desenvolve nesse tipo de solo,

varia entre floresta ciliar da carnaúba e a caatinga hiperxerófila, conforme mostra a figura 19.

Figura 18: Vegetação em Planossolo Próximo a Ce- 020, Caucaia – CE



Fonte: Autora

É considerado susceptível à erosão principalmente devido ao excesso de água de estação chuvosa e ao déficit na estação seca. Além disso, a presença de sódio, que é variável, também contribui para as limitações desse solo à mecanização (NASCIMENTO, 2014).

Os *Argissolos Vermelho-Amarelo* são caracterizados pela boa drenagem, pela grande profundidade e pela boa estrutura, apresentando geralmente a textura média argilosa, além da coloração variante de vermelho-amarelado a bruno - acinzentado, dependendo do material de origem (EMBRAPA, 2014).

Esse tipo de solo apresenta naturalmente uma baixa fertilidade, devido a elevado acidez e a argila de baixa atividade. Entretanto, a alta profundidade permite a existência de plantas de maior porte, por exemplo, cajueiros. (Figura 20)

Figura 19: Vegetação de alto porte associada à Argissolos Vermelho-Amarelos, Distrito Sítios Novos, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Podem apresentar tanto o caráter eutrófico como distrófico. Em Caucaia, os Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico ocorrem associados aos tabuleiros pré-litorâneos e interiores (FIGURA 21), e os com caráter eutrófico ocorrem associados às serras na porção leste do município e à depressão sertaneja.

Figura 20: Argissolo vermelho – Amarelo, Distrito de Sítios Novos, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Os *Vertissolos* são solos minerais não hidromórficos, pedregosos e relativamente férteis, que possuem restrições a percolação de água, apresentando fendas profundas que se abrem durante o período seco (EMBRAPA, 2006). Esses solos possuem alto teor de argila e uma superfície alisada e lustrosa, conhecida como *slickensides*, que apresenta estriamento que são produzidos pelo deslizamento e o atrito da massa do solo (FIGURA 22). É um solo com drenagem imperfeita e permeabilidade imperfeita se encharcando no período chuvoso, tornando-o assim, mais susceptíveis à erosão (NASCIMENTO, 2014). Possuem baixos teores de matéria orgânica, baixa condutividade hidráulica e horizonte superficial pouco desenvolvido (CUNHA *et al.*, 2010).

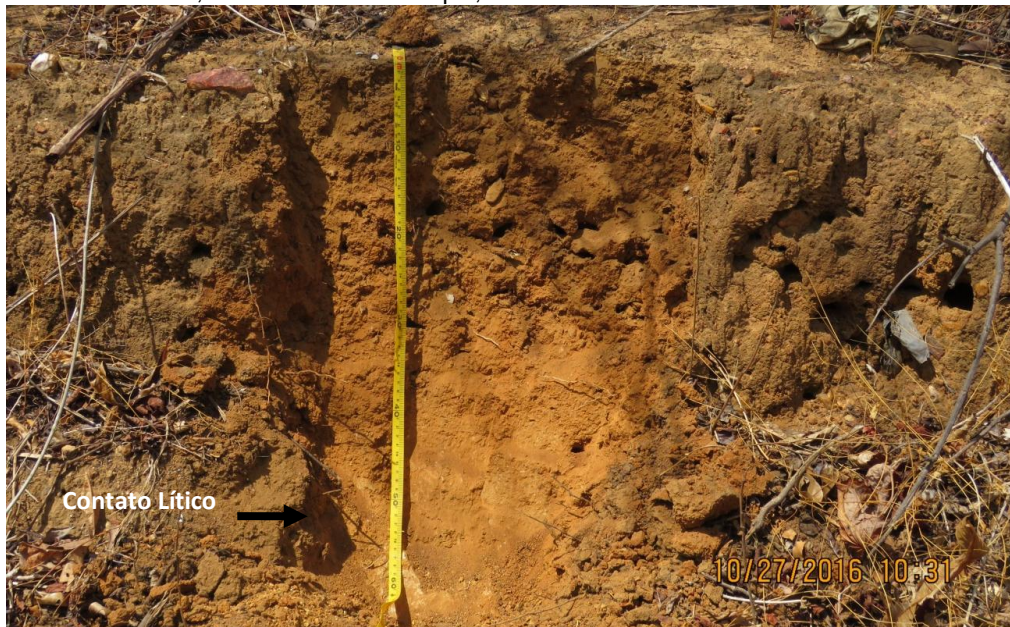
Figura 21: Slickensides em Vertissolo, Distrito de Bom Princípio, Caucaia - CE



Fonte: Autora

A figura 23 mostra o perfil aberto em que foi identificado Vertissolo no município de Caucaia, em que o contato lítico ocorre com 46 cm e se percebe a quase inexistência do horizonte A.

Figura 22: Perfil de Vertissolo, Distrito de Bom Princípio, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Ocupam uma pequena área na porção sul do município estando associado a relevos planos e suaves ondulados. Os *Neossolos Litólicos Eutróficos* são caracterizados por serem solos rasos, com contato lítico a partir de 50 cm, apresentando alta pedregosidade, como mostra a figura 24 e que estão associados geralmente a relevos com uma relativa declividade (EMBRAPA, 2014).

Figura 23: Neossolos Litólicos Eutróficos, Distrito de Catuana, Caucaia – CE



Fonte: Autora

São solos pouco desenvolvidos, com textura arenosa e bem drenados. No município abrangem a área central, e apresentam pedregosidade e rochoso, além de frequentes afloramentos rochosos, o que possibilita o desenvolvimento da vegetação de mata seca (MEDEIROS,2012; SOUZA, 2015). Pontualmente ocorre associado à Argissolo Vermelho–Amarelo, onde se desenvolve a caatinga hiperxerófila.

Os *Luvissolos Crômicos* possuem caráter crômico na maior parte do horizonte B. Apresentam caráter eutrófico e uma considerável quantidade de minerais primários no perfil, além de serem rasos ou pouco profundos (EMBRAPA, 2006).

No município, ocorre associado a Planossolo Háplico, na serra de Maranguape, onde se desenvolve a caatinga hiporxerófila. Além disso, ocorre também associado a Neossolo Litólico Eutrófico, na porção central do município, em relevo ondulado, apresentando-se em fase pedregosa e rochosa sob o substrato gnaisse e granito.

A falta de água e a alta pedregosidade, como mostra a figura 25, são limitações agrícolas desse tipo de solo.

Figura 24: Luvissolos Crômicos, Distrito de Catuana, Caucaia - CE



Fonte: Autora

As limitações ambientais para o uso agrícola e não agrícola dos tipos de solos encontrados em Caucaia estão listadas no quadro 4 e as potencialidades para uso agrícola e não agrícola estão listadas no quadro 5.

Quadro 4 - Tipos de solos e limitações

Tipos de Solos	Limitações para Uso
<b>Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos</b>	Deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização devido o relevo acidentado. Pedregosidade acentuada. Quando se localizam na zona costeira, de textura mais arenosa, precisam de corretivos para conseguir uma melhor fertilidade.
<b>Gleissolos Sálidos</b>	Alta concentração de sais, lençol freático elevado; risco de inundação; fertilidade natural baixa à media; susceptibilidade à erosão; limitação moderada à forte ao uso de maquinas agrícolas. Limitado para fins de uso com aterro sanitário, cemitérios, áreas de lazer, etc. São áreas ambientalmente vulneráveis, devido à conexão com os cursos d'água, passíveis de contaminação, de poluição e de seca.
<b>Luvissolos Crômicos</b>	Deficiência de água. Alta pegregosidade; consistência dura; altamente suscetíveis à erosão;
<b>Neossolos Litólicos Eutróficos</b>	Pouca profundidade, impedimentos à mecanização, deficiência de água, pedregosidade, baixos teores de fósforo. Elevada susceptibilidade á erosão, principalmente quando ocorrem em áreas muito íngremes. Não indicado para aterros sanitários, lagoas de decantação, cemitérios; e para a agricultura de alto nível tecnológico e silvicultura.
<b>Neossolos Quartzarênico</b>	Deficiência de fertilidade natural; textura muito arenosa; lençol freático muito próximo a superfície e susceptibilidade à erosão. Devido à textura e permeabilidade não são adequados para a instalação de aterros sanitários, lagoas de decantação, etc.
<b>Nesossolos Flúvicos</b>	Excesso de água, lençol freático muito próximo a superfície, baixa fertilidade natural; textura muito fina; susceptibilidade à erosão, principalmente às margens de rios sem mata ciliar.
<b>Planossolos Nátricos</b>	Limitação física, pois devido a dureza do horizonte subsuperficial, o

<b>Vertissolo</b>	<p>solo pode ficar impermeável no período seco e compactado no período chuvoso, visto o excesso de umidade.</p> <p>A elevada pegajosidade e alta dureza podem limitar o uso. São pouco permeáveis. O intenso fendilhamento e o acentuado movimento de expansão e contração, comprometem a estabilidade de construções, podendo causar rachaduras.</p>
-------------------	---

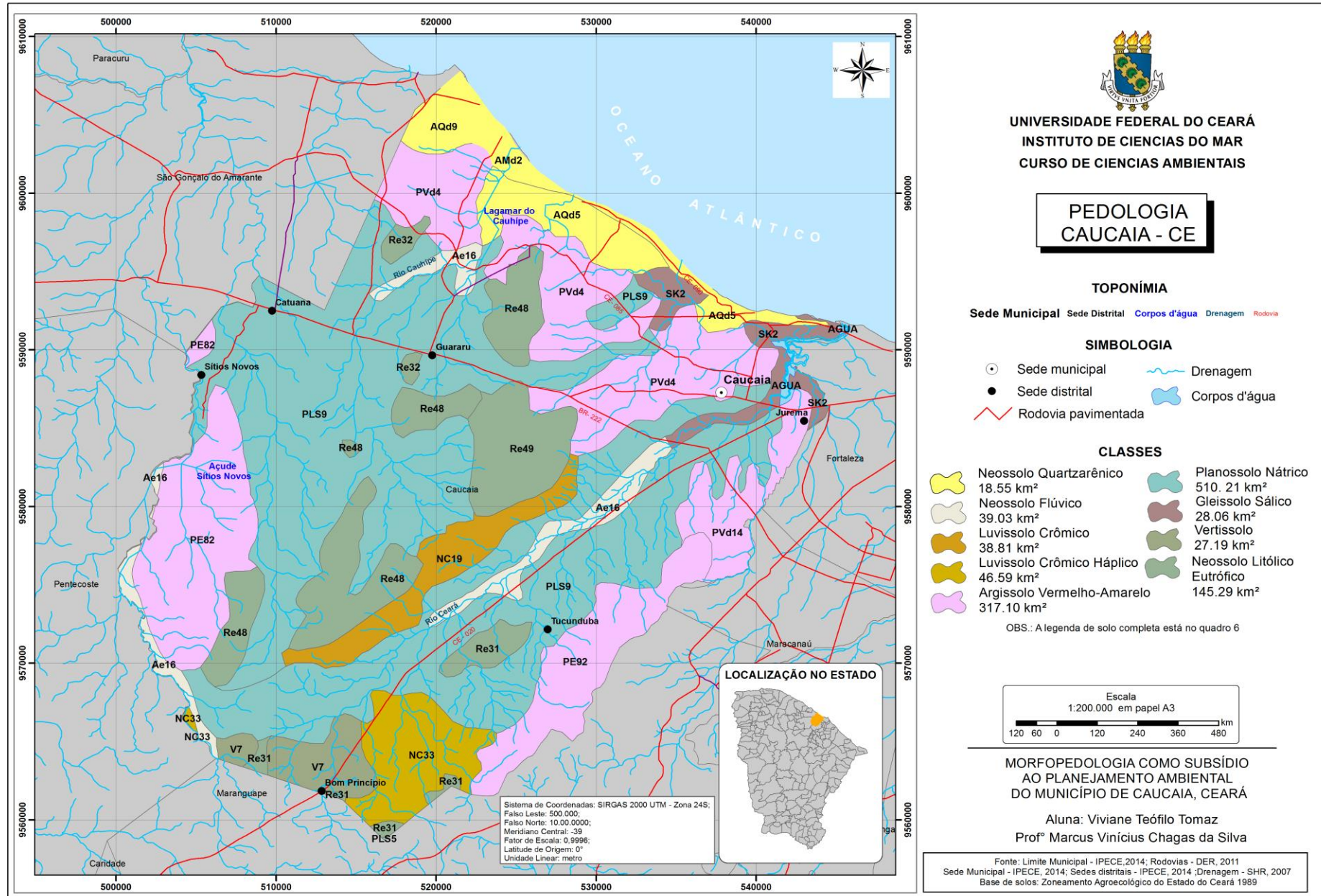
Fonte: Adaptado de Embrapa, 2014; Oliveira, 2003, Jacomine, 2009

Quadro 5: Tipos de solos e potencialidades

Tipos de Solos	Potencialidades para Uso
<b>Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico</b>	Aptidão para uso intensivo com culturas perenes, devido à sua profundidade. Indicado para pastagens, reflorestamento;
<b>Gleissolo Sálícos</b>	São aptos para plantações de inundações, como o arroz.
<b>Luvissolo Crômico</b>	Possuem elevado potencial nutricional; Podem ser utilizados para pecuária intensiva;
<b>Neossolos Litólico Eutrófico</b>	Não apresentam muitas alternativas de uso devido à sua pouca profundidade e alta pedregosidade. É um tipo de solo que apresenta alta fragilidade ambiental e é recomendado que seja destinado à preservação dos recursos da flora e da fauna.
<b>Neossolos Quartzarênicos</b>	Utilização da areia como insumo para o setor da construção civil.
<b>Nesossolos Flúvicos</b>	Grande potencialidade agrícola, pois estão em áreas de várzeas. Os de caráter eutrófico são mais produtivos e mais utilizados com fins agrícolas. Como tem sido alvo de degradação, recomenda-se que seja utilizado para recomposição da vegetação nativa – a mata ciliar, que é protegida por lei.
<b>Planossolos Nátricos</b>	É recomendado que seja utilizado para a preservação dos recursos naturais. Extração mineral.
<b>Vertissolos</b>	Apresentam elevado potencial nutricional para plantas.

Fonte: EMBRAPA, 2006; CUNHA *et al.*, 2010; JACOMINE, 2009

Mapa 4 – Pedologia, Caucaia - CE



Quadro 6: Associação solos

<b>SIGLA</b>	<b>NOMENCLATURA</b>	<b>ASSOCIAÇÃO (NOMENCLATURA ANTIGA)</b>	<b>ASSOCIAÇÃO CONFORME EMBRAPA 2006</b>	<b>CLASSE MAPEADA</b>
<b>AQd5</b>	Areias Quartzosas Distróficas 5	Areais Quartzosas Distróficas A fraco; fase floresta litorânea; relevo plano a suave ondulado.	Neossolo Quartzarênico distrófico A fraco; fase floresta litorânea; relevo plano a suave ondulado.	Neossolos Quartzarênicos
<b>AQd9</b>	Areias Quartzosas Distróficas 9	Associação de Areias Quartzosas A moderado fase floresta litorânea; relevo plano e suave ondulado; + areias quartzosas marinhas; fase relevo suave ondulado e ondulado ambas distróficas	Associação de Neossolo Quartzarênico A moderado; fase floresta litorânea; relevo plano e suave ondulado; +Neossolo Quartzarênico; fase relevo suave ondulado e ondulado ambas distróficas.	Neossolos Quartzarênicos
<b>AMd2</b>	Areias Quartzosas Marinhas Distróficas 2	Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (dunas) fase floresta litorânea; relevo suave ondulado e ondulado	Neossolo Quartzarênico; fase floresta litorânea; relevo suave ondulado e ondulado.	Neossolo Quartzarênico
<b>NC19</b>	Bruno não cálcico 19	Associação de Luvisolos Crômicos cálcico A fraco e moderado textura média/argilosa, fase com calhaus, relevo suave ondulado + Solos Litólicos Eutróficos A fraco, textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado, substrato gnaisse e granito ambos fase caatinga hiperxerófila.	Associação de Luvisolo Crômico cálcico A fraco e moderado; textura média/argilosa, fase com calhaus, relevo suave ondulado + Neossolo Litólico Eutrófico A fraco; textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa; relevo suave ondulado, substrato gnaisse e granito, ambos fase caatinga hiperxerófila.	Luvisolos Crômico
<b>NC33</b>	Bruno não cálcico 33	Associação de bruno não cálcico vértico moderado textura areno-argilosa fase com calhaus e relevo suave ondulado + Planossolo Solódico Ta fraco textura arenosa argilosa com cascalho relevo plano e suave ondulado ambos fase caatinga hipoxerófila	Associação de Luvisolo Crômico Háplico, cálcico, vértico e moderado; textura areno-argilosa; fase com calhaus; relevo suave ondulado + Planossolo Nátrico Ta fraco; textura arenosa-argilosa com cascalho; relevo plano e suave ondulado, ambos fase caatinga hipoxerófila.	Luvisolos Crômico Háplico
<b>PLS5</b>	Planossolo Solódico Ta5	Planossolo Solódico Ta fraco textura arenosa argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado	Planossolo Nátrico Ta fraco; textura arenosa-argilosa; fase caatinga hiperxerófila; relevo plano e suave ondulado.	Planossolo Nátrico
<b>PLS9</b>	Planossolo Solódico Ta9	Associação de Planossolo Solódico Ta + Solonetz solodizado ambos A fraco textura arenosa/média e argilosa fase floresta ciliar da carnaúba e caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.	Associação de Planossolo Nátrico Ta + Planossolo Háplico ambos A fraco; textura arenosa/média e argilosa; fase floresta ciliar da carnaúba e caatinga hiperxerófila; relevo plano e suave ondulado.	Planossolos Nátricos + Planossolos Háplicos
<b>PVd14</b>	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico 14	Associação de Podzólico Vermelho -Amarelo distrófico textura média/argilosa fase floresta caatinga + Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico abruptico plíntico textura arenosa/ argilosa fase floresta caatinga+ Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico textura média /argilosa fase floresta	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico de textura média/argilosa; fase floresta caatinga + Argissolo Vermelho- Amarelo Distrófico, abruptico, e plíntico de textura arenosa/ argilosa; fase floresta caatinga+ Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico de textura média	Argissolo Vermelho – Amarelo Distrófico

		subcaducifólia todos Tb A moderado relevo plano e suave ondulado.	/argilosa; fase floresta subcaducifólia; todos Tb A moderado; relevo plano e suave ondulado.	
<b>PVd4</b>	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico 4	Podzólico Vermelho Amarelo Tb Distrófico abrupto plíntico A fraco textura arenosa/ média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.	Argissolo Vermelho-Amarelo Tb Distrófico, abrupto e plíntico; A fraco; textura arenosa/ média; fase caatinga hiperxerófila e relevo plano e suave ondulado.	Argissolo Vermelho – Amarelo Distrófico
<b>Pe92</b>	Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico 92	Associação de Podzólico Vermelho Amarelo Tb textura média médio cascalhento fase floresta subcaducifólia + Podzólico Vermelho Amarelo Tb textura média argilosa com cascalho fase floresta subperenefólia + Solos Litólicos textura média fase pedregosa e rochosa fase floresta subperenefólia substrato gnaisse e granito todos eutróficos A moderado relevo forte ondulado e montanhoso.	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Tb textura média; médio cascalhento; fase floresta subcaducifólia + Argissolo Vermelho-Amarelo Tb textura média argilosa com cascalho; fase floresta subperenefólia + Neossolo Litólicos de textura média; fase pedregosa e rochosa; fase floresta subperenefólia; substrato gnaisse e granito ,todos eutróficos A moderado; relevo forte ondulado e montanhoso.	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
<b>Re31</b>	Solos Litólicos Eutróficos 31	Associação de Solos Litólicos textura arenosa e média fase pedregosa e rochoso relevo ondulado e forte ondulado substrato xisto e granito + Podzólico Vermelho Amarelo Tb textura média/argilosa cascalhenta relevo suave ondulado ambos eutróficos A fraco e moderado caatinga hiperxerófila.	Associação de Neossolos Litólicos de textura arenosa e média; fase pedregosa e rochosa; relevo ondulado e forte ondulado; substrato xisto e granito + Argissolo Vermelho- Amarelo Tb textura média/argilosa e cascalhenta; relevo suave ondulado; ambos eutróficos A fraco e moderado; caatinga hiperxerófila.	Neossolo Litólico Eutrófico
<b>Re32</b>	Solos Litólicos Eutróficos 32	Associação de Solos Litólicos Eutróficos A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse e granito + afloramentos rochosos.	Associação de neossolos litólicos eutróficos A fraco e moderado; textura arenosa e média; fase pedregosa e rochosa; caatinga hiperxerófila; relevo ondulado e forte ondulado com substrato gnaisse e granito + afloramentos rochosos	Neossolo Litólico eutrófico
<b>Re 48</b>	Solos Litólicos Eutróficos 48	Associação de Solos Litólicos Eutróficos A fraco textura arenosa e média cascalhenta fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + Afloramento rochoso.	Associação de neossolos litólicos eutróficos A fraco com textura arenosa e média cascalhenta; fase pedregosa e rochosa; caatinga hiperxerófila; relevo forte ondulado e montanhoso com substrato gnaisse e granito + Afloramentos rochosos	Neossolo Litólico eutrófico
<b>Re49</b>	Solos Litólicos Eutrófico 49	Associação de Solos Litólicos A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + Podzólico Vermelho-Amarelo Tb A moderado textura média argilosa fase floresta caducifólia relevo ondulado e forte ondulado ambos eutróficos + afloramentos rochosos.	Associação de Neossolos Litólicos A fraco; textura arenosa e média; fase pedregosa e rochosa; caatinga hiperxerófila; relevo forte ondulado e montanhoso com substrato gnaisse e granito + Argissolo Vermelho-Amarelo Tb A moderado; textura média argilosa; fase floresta caducifólia relevo ondulado e forte ondulado; ambos eutróficos + afloramentos rochosos	Neossolo Litólico Eutrófico
<b>Sk2</b>	Solonchak Solódico 2	Associação de Solonchak Sódico A fraco fase floresta ciliar de carnaúbas + solos indiscriminados	Associação de Gleissolo Sáfico A fraco; fase floresta ciliar de carnaúbas + solos	Gleissolos sáficos

		de mangue fase campos halófilos ambos textura indiscriminada relevo plano.	indiscriminados de mangue de fase campos halófilos; ambos textura indiscriminada; relevo plano.	
<b>Ae16</b>	Solos Aluviais Eutróficos 16	Associação de Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada + Solonetz Solodizado textura arenosa /média ambos A fraco fase caatinga hiperxerófila de várzea e floresta ciliar de carnaúba relevo plano a suave ondulado.	Associação de Neossolo Flúvico Eutrófico; textura indiscriminada + Planossolo Háplico de textura arenosa /média; ambos A fraco; fase caatinga hiperxerófila de várzea e floresta ciliar de carnaúba; relevo plano a suave ondulado.	Neossolo Flúvico
<b>V7</b>	Vertissolo 7	Vertissolo A moderado fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.	Vertissolo A moderado; fase caatinga hiperxerófila; relevo plano e suave ondulado.	Vertissolo.

Fonte: Levantamento Exploratório 1988

#### 5.4 – Caracterização morfopedológica

O trabalho utilizou para a caracterização morfopedológica o primeiro e o terceiro nível de detalhamento proposto por Castro e Salomão (2000). Houve a superposição de mapas temáticos e a delimitação das unidades morfopedológicas, no primeiro nível e a correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, o seu uso, ocupação, manejo e o problema enfocado, no terceiro nível. Assim, para a compartimentação geomorfológica, foi utilizado o 4º e o 5º nível da metodologia proposta por Ab'Saber e Ross.

Diante do que foi exposto nesse trabalho, é perceptível que o relevo tem um papel fundamental na circulação de água sobre os solos e sobre os efeitos da lixiviação e acumulação absoluta. Por isso, apesar de terem evoluído expostos as mesmas condições ambientais, as condições topográficas favorecem a diferenciação de solos (PENTEADO, 1983).

Quanto à morfologia, ao relacionar desde as superfícies de acumulação, tabulares até as formas mais aguçadas, nota-se a variação de solos de Argissolos a Neossolos litólicos. Assim, segundo Casseti (2005) é válido estabelecer a relação existente entre o modelado do relevo e sua disposição e o desenvolvimento dos solos considerando as componentes perpendicular e paralela.

Desse modo, a relação existente é induzida pelo balanço entre a pedogênese e a morfogênese, pois nas áreas com formas mais tabulares o processo dominante é a infiltração (perpendicular), acontecendo assim, um balanço morfogenético negativo, tendo em vista o aumento de intemperização e o alargamento dos horizontes pedogênicos. Já nos modelados mais dissecados há predominância de escoamento (paralela), e conseqüentemente, balanço morfogenético positivo, considerando o estreitamento horizonte pedogênico (CASSETI, 2005)

Nessa perspectiva, na última etapa de trabalho foi feita a sobreposição dos mapas de solos e de geomorfologia, com o intuito de associar a ocorrência da feição com o tipo de solo existe e suas limitações e potencialidades para o uso. Para efeito de melhor entendimento, foram divididas, baseado nos parâmetros geomorfológicos, duas principais áreas: I - Dissecação e II – Acumulação.

Na área foram agrupadas as formas que foram formadas sobre a ação dos processos de dissecação, enquanto que na área II estão os modelados que se formaram sobre os processos de acumulação. Conseqüentemente, foram

associados e listados os tipos de solos que ocorriam em cada feição e baseado nessas duas variáveis, foram identificados as potencialidades para uso antrópico.

Considerando esses fatos, as formas predominantes no compartimento I foram *maciço residual/ crista e depressão sertaneja*. O primeiro modelado apresenta relevo acidentado e com altas altitudes variantes, maior que 75% e entre 8% a 75% nas cristas. Desenvolvem principalmente dois tipos de solos: Neossolos Litólicos Eutróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

Os Neossolos Litólicos ocorrem nas áreas mais íngremes, e possuem deficiência de água, pois quando chove, a mesma logo escorre. Por esses fatores são bastante susceptíveis a erosão. Além disso, a alta pedregosidade limita a utilização de máquinas agrícolas. Como não possui muitas alternativas para uso, e têm alta fragilidade ambiental é recomendado que sejam destinados à preservação ambiental. Também não são indicados para a construção de aterros sanitários, lagoas de decantação, cemitérios.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrem tanto no relevo forte ondulado como no suave ondulado e por isso, possuem impedimentos à mecanização e susceptibilidade à erosão. Assim, nessas áreas são mais indicados para pastagens, reflorestamento e preservação ambiental. Essas feições geomorfológicas têm como uso recorrente no município a exploração mineral, no entanto deve ser feita de maneira controlada e sob as normas e leis municipais.

O segundo modelado é a *depressão sertaneja* que abrange a maior parte do município, com declividade entre 0 e 3%. Apresenta uma maior diversidade de tipos de solos, pois há também diversidade de substratos geológicos. Nela se desenvolvem: Planossolo Nátrico, Argissolo Vermelho-Amarelo, Vertissolo, Luvisso Crômico, Luvisso Crômico Háplico.

O solo de maior abrangência nessa feição é o Planossolo Nátrico, que é considerado raso, onde se desenvolve principalmente a caatinga hiperxerófila e a floresta ciliar de carnaúba. Possui limitação física, pois devido à dureza existente no horizonte subsuperficial, ele pode encharcar e compactar no período chuvoso e no período seco tornar-se impermeável, ficando assim, mais susceptível à erosão. No entanto quando está mais associado ao relevo plano, possui tendência para acumular água e sedimentos, e assim, amenizar o problema.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são profundos e bem drenados, no entanto

possuem baixa fertilidade natural. Como estão associados nessa área a relevo plano e suave ondulado, podem ser utilizados para a agricultura, desde que haja as correções necessárias de acidez e de adubação. Também é indicado para pastagens, reflorestamento e para expansão urbana, desde que também haja as devidas precauções.

Os Vertissolos ocorrem na porção sul do município e são caracterizados pelo fendilhamento e o acentuado movimento de expansão e contração que limitam o seu uso tanto para o uso agrícola, como para construções, pois podem sofrer rachaduras. Os Luvisolos Crômicos ocorrem em Caucaia em áreas de relevo suave ondulado e tem como limitações a deficiência de água e a consistência dura devido a mudança textural de horizontes e a presença de calhaus. Entretanto possuem elevado potencial nutricional e podem ser utilizados para a pecuária intensiva e extensiva.

No compartimento II, de acumulação, estão incluídas os tabuleiros pré-litorâneos, as planícies fluviais e a planície litorânea que engloba a faixa praial, a planície de deflação, as dunas fixas, as dunas móveis e a planície flúvio-marinha. Esses modelados apresentam declividade que variam entre 0 e 3% principalmente.

Os *tabuleiros pré-litorâneos* se desenvolvem sob a formação Barreiras e apresentam alguns tipos de solos principais: Argissolo Vermelho-Amarelo E Neossolo Quartzarênico. Os Argissolos Vermelho-Amarelos são os de maior ocorrência, se desenvolvendo em um relevo moderadamente plano e suave ondulado. A vegetação que se desenvolve é a caatinga caducifolia mais próxima do interior e subperenefolia próxima ao litoral e que estão bastante descaracterizadas. O maior impedimento à mecanização é que estas áreas podem ser alagadas nos períodos de cheias, principalmente as mais próximas dos corpos hídricos. Os Neossolos Quartzarênicos são profundos e permeáveis e por esse motivo não são adequados para a instalação de aterros sanitários, lagoas de decantação, pois podem contaminar facilmente o lençol freático e conseqüentemente, as plantas e os animais. Ocorrem na região mais próxima do litoral e próximos de corpos hídricos e encontram-se em avançado estado de ocupação, sendo utilizado também para retirada de areia pela construção civil.

Na planície fluvial e lacustre os sedimentos são formados principalmente por areias finas e médias, siltes, argilas e matéria orgânica em decomposição, sob os

Depósitos incosolidados do Quaternário (SOUZA, *et al.*, 2009). O solo predominante é o Neossolo Flúvico que se caracteriza pela ocorrência do lençol freático muito próximo a superfície. Sua ocorrência está relacionada a existência de um rio e que deve, portanto ter sua mata ciliar protegida, ou seja, a área de preservação permanente (APP), que varia de acordo com a largura do rio, sem permissão de usos.

Quando isso não acontece, a suscetibilidade à erosão aumenta muito, pois sem a cobertura vegetal a área se torna mais exposta a ação de fatores com o vento, chuva. A área de solo não inclusa dentro da APP pode ser utilizada para a agricultura de subsistência, pela população ribeirinha. O fator limitante é que podem ser inundados nos períodos de cheia e ter os níveis de salinização aumentados.

Na planície litorânea se desenvolvem principalmente os Neossolos Quartzarênicos e os Gleissolos Sálícos. Os Gleissolos se localizam principalmente atrelados à planície flúvio-marinha e são caracterizados pelo alto teor de sais e pelo risco de inundação periodicamente. Esses fatores conferem a esse tipo de solo a baixa fertilidade natural e conseqüentemente, as limitações agrícolas. Portanto, a área deve ser destinada a preservação da fauna e da flora, podendo em alguns casos ser utilizadas para agricultura de subsistência com plantação de arroz que pode suportar as inundações.

Os Neossolos Quartzarênicos se desenvolvem atrelados a planície de deflação e as dunas fixas. Essas áreas foram fortemente ocupadas em décadas passadas e atualmente encontra-se em estado avançado de ocupação pelos grandes hotéis e pela expansão urbana.

Ao analisar as limitações e potencialidades, entende-se que as feições de maior abrangência no município são: depressão sertaneja, ocupando 639, 53 km<sup>2</sup> e os tabuleiros pré-litorâneos, com 194,64 km<sup>2</sup> de área. Desse modo, os tabuleiros pré-litorâneos, se configura como uma área adequada à expansão urbana no município, principalmente associada ao Argissolo Vermelho – Amarelo. Apesar desse tipo de solo ser restritivo são limitações passíveis de serem corrigidas, sem causar tanto impacto ao meio ambiente, desde que haja apropriação correta, respeitando as restrições impostas por lei, como por exemplo, o Plano Diretor Municipal.

No tocante a atividade agrícola, o município, no geral, possui solos

inadequados à prática agrícola ou que precise de correções para que se possa aumentar a fertilidade e a disponibilidades de minerais. Assim, o solo com maior aptidão para isso seria o Argissolo Vermelho-Amarelo que está associado à depressão sertaneja e principalmente aos tabuleiros pré-litorâneos.

Conhecer esses solos e suas limitações auxilia os produtores rurais para que possa utilizar-se de alternativas ambientalmente corretas e economicamente viáveis para corrigir o solo e obter mais êxito na agricultura. No quadro 7 está a síntese dos compartimentos e suas respectivas formas, declividade, solos e limitações e potencialidades ao uso e o mapa 5 mostra essa associação.

Quadro 7 - Caracterização Morfopedológica

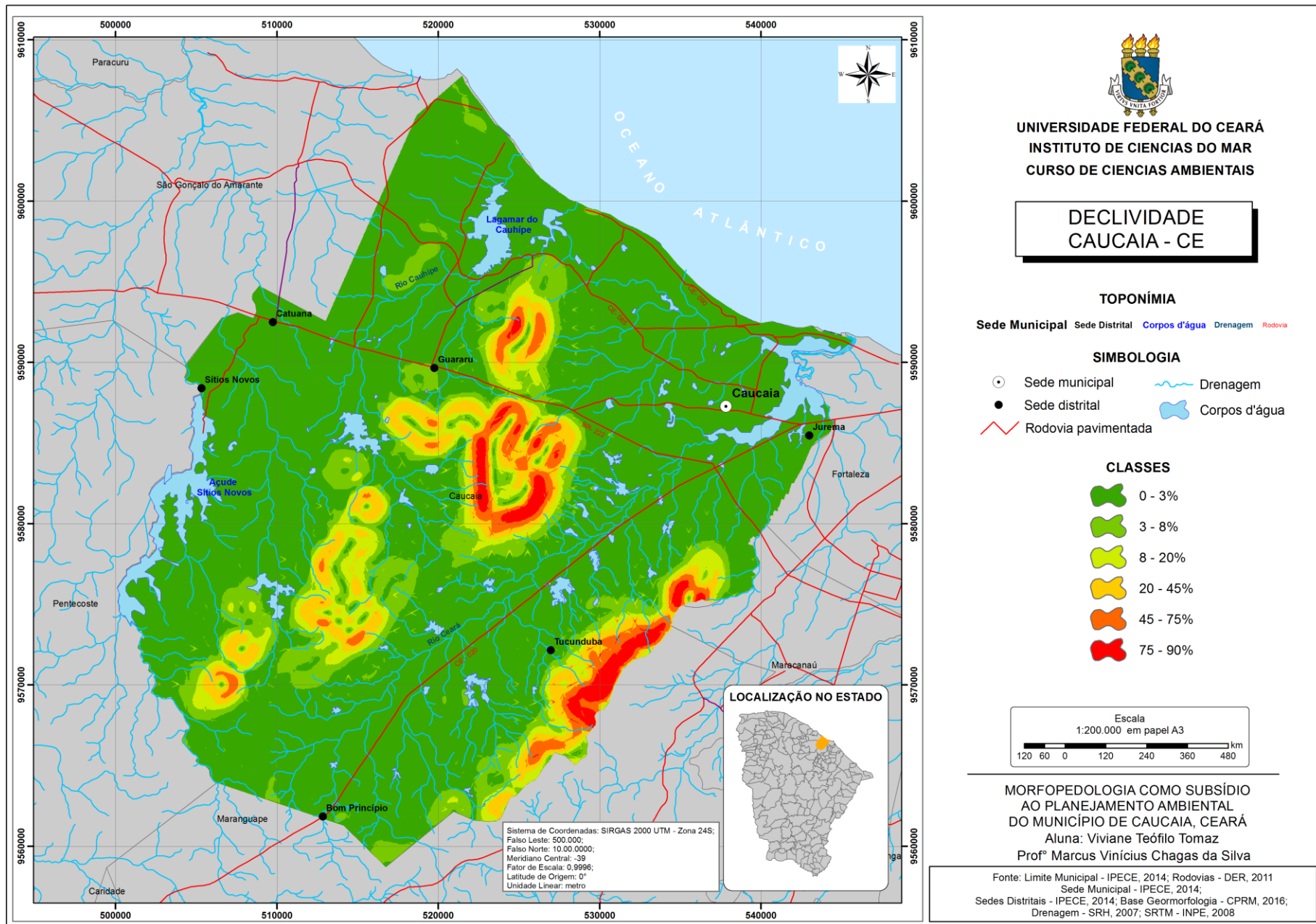
ÁREA	DECLIVIDADE	FORMA	SOLOS	SIGLA	LIMITAÇÕES AO USO	POTENCIALIDADES AO USO
1 - Dissecação	8% - 90%	Maciço Residual/ Crista 196.39 km <sup>2</sup>	Neossolo Litólico Eutrófico	Re 48 Re49 Re32	Pouca profundidade, impedimentos à mecanização, deficiência de água, pedregosidade, baixos teores de fósforo. Elevada susceptibilidade à erosão, principalmente quando ocorrem em áreas muito íngremes. Não indicado para aterros sanitários, lagoas de decantação, cemitérios; e para a agricultura de alto nível tecnológico e silvicultura.	Não apresentam muitas alternativas de uso devido à sua pouca profundidade e alta pedregosidade. É um tipo de solo que apresenta alta fragilidade ambiental e é recomendado que seja destinado à preservação dos recursos da flora e da fauna.
			Argissolo Vermelho-Amarelo	PVd14 Pe92	Deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização devido o relevo acidentado.	Aptidão para uso intensivo com culturas perenes, devido à sua profundidade. Indicado para pastagens, reflorestamento;
	0 – 8 %	Depressão Sertaneja 639. 53 km <sup>2</sup>	Planossolo Nátrico	PLS9 PLS5	Limitação física, pois devido a dureza do horizonte subsuperficial, o solo pode ficar impermeável no período seco e compactado no período chuvoso, visto o excesso de umidade.	É recomendado que seja utilizado para a preservação dos recursos naturais.
			Argissolo Vermelho-Amarelo	PVd4 Pe82	Deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização devido o relevo acidentado.	Aptidão para uso intensivo com culturas perenes, devido à sua profundidade. Indicado para pastagens, reflorestamento; Indicado para a expansão urbana, tomando as devidas precauções.
			Vertissolo	V7	A elevada pegajosidade e alta dureza podem limitar o uso. São pouco permeáveis. O intenso fendilhamento e o	Apresentam elevado potencial nutricional para plantas.

					acentuado movimento de expansão e contração comprometem a estabilidade de construções, podendo provocar rachaduras.	
			Luvissolo Crômico	NC19	Alta pegregosidade; suscetibilidade à erosão Deficiência de água; consistência dura; altamente suscetíveis à erosão;	Possuem elevado potencial nutricional; Podem ser utilizados para pecuária intensiva;
			Luvissolo Crômico Háplico	NC33		
2 - Acumulação	0 – 3%	Planície Fluvial/	Neossolo Flúvico	Ae16	Excesso de água, lençol freático muito próximo a superfície, baixa fertilidade natural; textura muito fina; susceptibilidade à erosão, principalmente às margens de rios sem mata ciliar.	Grande potencialidade agrícola, pois estão em áreas de várzeas. Os de caráter eutrófico são mais produtivos e mais utilizados com fins agrícolas. Como tem sido alvo de degradação, recomenda-se que seja utilizado para recomposição da vegetação nativa – a mata ciliar, que é protegida por lei.
		Tabuleiros pré-litorâneos	Neossolo Quartzarênico	AQd9 AQd5	Deficiência de fertilidade natural; textura muito arenosa; lençol freático muito próximo a superfície e susceptibilidade à erosão. Devido à textura e permeabilidade, não são adequados para a instalação de aterros sanitários, lagoas de decantação, etc.	Utilização da areia como insumo para o setor da construção civil.

			Argissolo Vermelho Amarelo	PVd4 PVd14	Deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização devido o relevo acidentado. Quando se localizam na zona costeira, de textura mais arenosa, precisam de corretivos para conseguir uma melhor fertilidade	Aptidão para uso intensivo com culturas perenes, devido à sua profundidade. Indicado para pastagens, reflorestamento;
	Planície Litorânea: - Faixa Praial - Planície de Deflação - Dunas Fixas - Dunas móveis - Planície Flúvio-Marinha		Neossolo Quatzarênico	AQd5 AQd9 AMd2	Deficiência de fertilidade natural; textura muito arenosa; lençol freático muito próximo a superfície e susceptibilidade à erosão.	Utilização da areia como insumo para o setor da construção civil.
				Gleissolo Sáfico	SK2	Alta concentração de sais, lençol freático elevado; risco de inundação; fertilidade natural baixa à media; susceptibilidade à erosão; São áreas ambientalmente vulneráveis, devido à conexão com os cursos d'água, passíveis de contaminação, de poluição de seca; Limitado para fins de uso com aterro sanitário, cemitérios, áreas de lazer, etc.

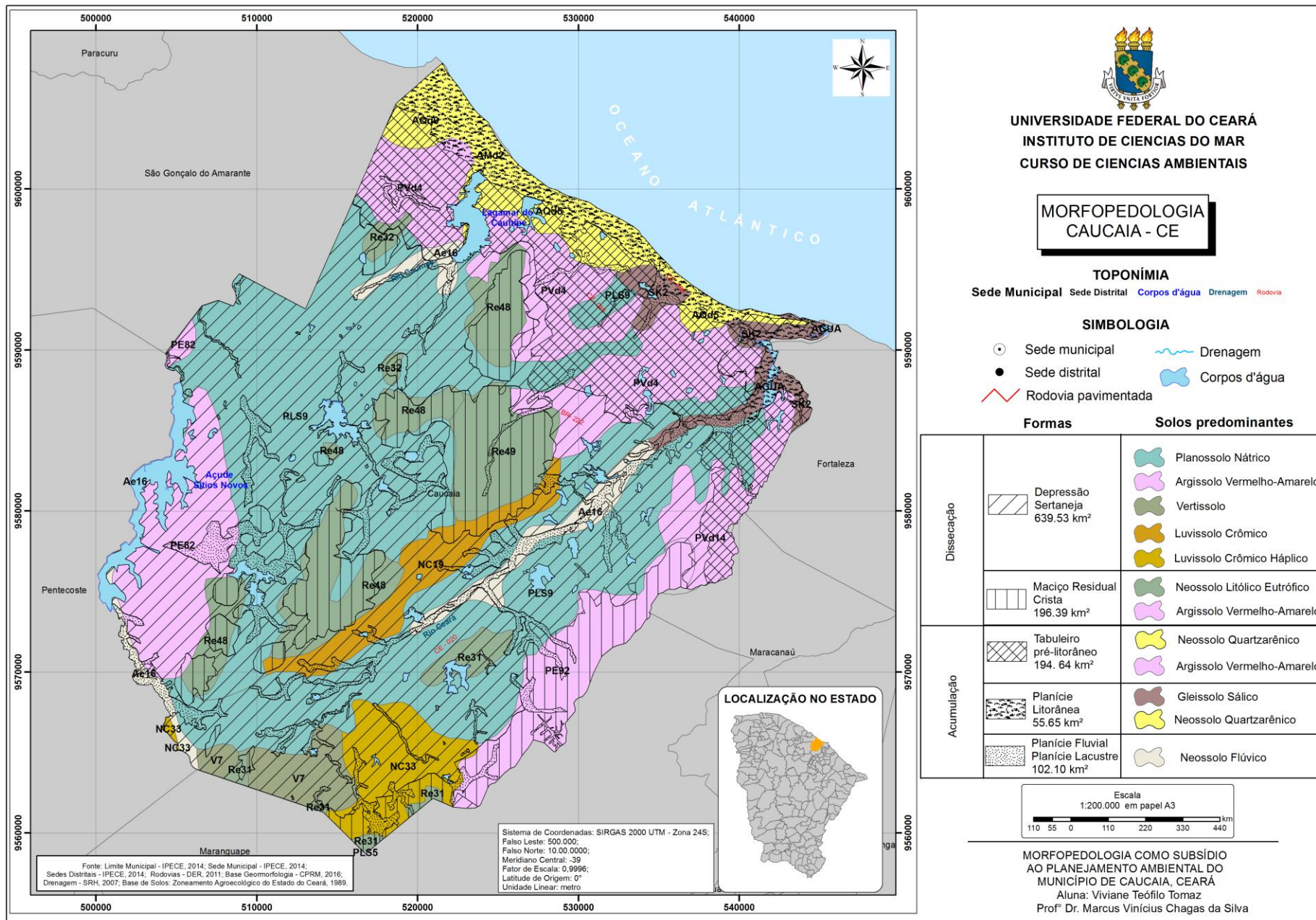
Fonte: Autora; adaptado de EMBRAPA, 2014; Oliveira, 2003, Jacomine, 2009; Cunha *et al.*, 2010;

Mapa 5- Declividade, Caucaia - CE



Fonte: Autora

Mapa 6 - Morfopedologia, Caucaia - CE



Fonte: Autora

## 6 – CONCLUSÕES

Os usos indiscriminados dos recursos naturais causam malefícios tanto para a natureza como para a população. Desse modo, a utilização da abordagem morfopedológica mostrou-se eficaz para mapear e caracterizar a relação existente entre função geomorfológica e os solos que nela se desenvolvem e a aptidão natural do meio ambiente inserido. Sabendo disso, pôde-se, conseqüentemente, identificar as limitações e as potencialidades agrícolas e não-agrícolas do município.

Com isso, pôde-se perceber, que a carência de informação com escala adequada faz com que o ordenamento do crescimento urbano não representa o ideal para a natureza, nem para a população nela inserida. Foram identificadas áreas de relevante interesse ambiental e que hoje estão sendo utilizadas sem restrições adequadas de uso, por exemplo, ou ainda um crescimento orientado para o litoral em detrimento dos tabuleiros pré-litorâneos.

A expansão urbana é notável no município e por isso, é necessário que haja um direcionamento, para que não ocorra um desequilíbrio frente às questões ambientais. Foi esta lacuna que a pesquisa preencheu. Assim, o mapa morfopedológico permitiu identificar as limitações e potencialidades ambientais, agrícolas e não agrícolas do município. Ao analisar o solo e o relevo é possível também constatar as melhores formas e práticas de manejo que podem evitar a erosão e degradação de um solo, naturalmente já susceptível a esse processo. Entende-se assim, que mesmo uma área não sendo totalmente favorável para uso e ocupação, são procuradas alternativas para minimizar os impactos, sem, no entanto deixar de utilizá-la, visto a necessidade do desenvolvimento e do processo de expansão urbana já citado.

Desse modo, o estudo dispõe de recursos para auxiliar na apropriação dos diferentes compartimentos de relevo e seus respectivos solos. Assim, auxilia no planejamento e ordenamento territorial, com a delimitação das formas de uso e ocupação no município, a partir das características ambientais, analisando o solo, o relevo e a geologia, e respeitando as limitações e potencialidades de cada uma.

## REFERÊNCIAS

Ab'Sáber, Aziz. Nacib, 1969. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, Igeog-USP (18).

ARAUJO, Enos Feitosa de; PEREIRA, Alexandre Queiroz. O TURISMO E A VALORIZAÇÃO DO LITORAL METROPOLITANO: ESPACIALIDADE TURÍSTICA EM CAUCAIA-CE. **Ra e Ga**, Curitiba, n. 21, p.78-104, ago. 2011. Disponível em: <[revistas.ufpr.br/raega/article/download/17049/13996](http://revistas.ufpr.br/raega/article/download/17049/13996)>

ARAÚJO, Enos Feitosa de. Litoral de Caucaia: Evolução e Dinâmicas Espaciais. In: Semana de Geógrafos do Ceará, 2008, **Anais** da Semana dos Geógrafos. Fortaleza, Ed. UECE, 2008.

Barbalho, Maria Gonçalves da Silva, 2002. **Morfopedologia Aplicada ao Diagnóstico e Diretrizes para o Controle dos Processos Erosivos Lineares da Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT)**. Dissertação (Mestrado). Goiânia, UFG/IESA. Disponível em: <[http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/MORFOPEDOLOGIA\\_19077\\_05397.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/MORFOPEDOLOGIA_19077_05397.pdf)>. Acesso em 12.out.2016

BARBOSA, Larissa Neris et al. Caracterização geocológica do estuário do rio Pacoti-Ceará: ações para um planejamento integrado. **Regne**, Natal, v. 2, n. Especial, p.971-980, jan. 2016. Disponível em <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10560/7477>> . Acesso em 05.nov.2016

BIGARELLA, João J., Maria Regina Mousinho, e José Xavier da Silva. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia** 16.17 (1965), pp.153-197.

BIGARELLA, João José; MARQUES FILHO, Pedro Lagos; AB'SABER, Aziz Nacib. Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva, S.C.). **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, vol. 4/5, p. 82-93, 1961

BIGARELLA, João José; PASSOS, E.; **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003 v. 3 (p.877-1436).

BRADY, Nyle C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

BRANCO, Mônica Pimenta de Novaes Castelo. **Análise dos Sistemas Depositionais e Dinâmica Costeira do Município de Aquiraz, Estado do Ceará, com auxílio de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2003. 250 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

BRANCO, Pércio De Moraes. **Dicionário de mineralogia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, Brasil.

BRANDÃO, R.; FREITAS, L. C.; SHINZATO, E. Geodiversidade: Limitações e adequabilidades/potencialidades frente ao uso e à ocupação. *In:\_\_\_\_\_*. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. p. 105-172.

BRASIL. Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Dispõe da regulamentação dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 jul. 2001 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)> , Acesso em: 11 jul, 2016

BRASIL. Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre alterações no Código Florestal. Poder Executivo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2012d. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)> Acesso em: 10. Ago.2016

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. V. 1. Recife: Sudene, 1973, 359p. (Boletim Técnico, 26).

BRITO NEVES, Bejamim Bley de. **Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino**. São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1975, 198p.

Casseti, Valter, 2005. **Geomorfologia**. [S.I.]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: 20 set. 2016.

CASTRO, Selma Simões de & SALOMÃO, Fernando Ximenes Tavares de. Compartimentação Morfopedológica: considerações metodológicas. **GEOSP** No 7, p.29-35, São Paulo. 2000. Disponível: <[http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Compartimentacao\\_13755\\_78805.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Compartimentacao_13755_78805.pdf)>. Acesso em 06.ago.2016

CAUCAIA. **Lei Nº 1.365, de 15 de maio de 2001**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Caucaia, e dá outras providências.

CAVALCANTI, José Adilson Dias; CAVALCANTE, José Carvalho. Evolução Geológica. *In: BRANDÃO, Ricardo Lima; FREITAS, Luis Carlos Bastos*. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM –Serviço Geológico do Brasil, 2014. p. 21-34.

CEARÁ. Decreto Nº 24.957, de 5 de junho de 1998. Dispõe sobre a criação da APA do Lagamar do Cauípe e da APA do Pecém. **Diário Oficial [do] Estado do Ceará**. Fortaleza, Palácio da Abolição. 5 jun. 1998. Disponível em: <[http://antigo.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=64](http://antigo.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=64)> . Acesso em: 10 dez. 2016.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Área de Proteção Ambiental do Rio Ceará**. Disponível em: <

<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/area-de-protecao-ambiental-do-estuario-do-rio-ceara/?pai=6>> . Acesso em: 10 dez. 2016.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Área de Proteção Ambiental do Lagamar do Cauípe**. Disponível em: < [http://antigo.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=64](http://antigo.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=64) > Acesso em: 05 nov. 2016

CONSELHO DA EUROPA. Carta Européia do Ordenamento do Território. Lisboa: Ministério do Planeamento e da Administração do Território, 1988.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2003. **Manual técnico da área de geoquímica: versão 5.0.** [s.d.] CPRM.

CRUZ, O. **Importância das cartas geomorfológicas em estudos ambientais. Geografia.** Ano 5, Vol. 9 – 10 : 97 – 102p, 1980.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 388 p

CUNHA, Tony Jarbas Ferreira et al. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidades e manejo. In: SÁ, Iêdo Bezerra; SILVA, Pedro Carlos Gama da (Ed.). **Semiárido Brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa, 2010. p. 1-402

Davis, W. M. The Geographical Cycle. Geogr. Journ., London, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: < <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf> > Acesso em: 02.set.2016

FARIA, Thiago Oliveira de; VECCHIATO, Antonio Brandt; SALOMÃO, Fernando Ximenes Tavares de; SANTOS JUNIOR, Walter Alves. Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 215-232, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n2/21.pdf>. Acesso em: 08.ago.2016

FRASCÁ, Maria Heloisa Barros Oliveira de. e Sartori, P.L.P. Minerais e Rochas. 1998. In: Oliveira, A.M.S, Brito, S.N.A. (org.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia, p.15-38. 1998.

FRAZÃO, Ely Borges; PARAGUASSU, Antenor Braga. Materiais rochosos para construção. In: Oliveira, A.M.S.; Brito, S.N.A. (Ed.) **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 331-342.

FREITAS, Luis Carlos Bastos. **Qualidade das Águas Subterrâneas - Área o Município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss\\_luisfreitas.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_luisfreitas.pdf). Acesso em: 12;set.2016

GUERRA, Antonio José Teixeira; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Erosão dos Solos. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 1-392

HACK, J.T. Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions. Amer. Journ. Sci, New Haven, Conn. v. 258-A, p. 80-97, 1960.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados\\_subnor\\_mais\\_informacoes\\_territoriais/default\\_informacoes\\_territoriais.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnor_mais_informacoes_territoriais/default_informacoes_territoriais.shtml)> Acesso em: 20 ago. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da População 2016**. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=230370&idtema=130&search=ceara%7Ccaucaia%7C-> . Acesso em: 20 ago. 2016.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2016. **Perfil Básico Municipal de Caucaia 2016**. Disponível em:

<[http://www.ipece.ce.gov.br/perfil\\_basico\\_municipal/2016/Caucaia.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Caucaia.pdf)> . Acesso em: 19 out. 2016.

Jacomine, Paulo Kingler Tito. A nova classificação Brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vs. 5 e 6. Recife, vols. 5 e 6, pp.161-179, 2009

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife, Ministério da Agricultura/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1988, v.1. 301p. (Boletim técnico, 28 ; Série Pedologia,16)

King, L.C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

KOHLER, Heinz Charles. A Escala na Análise Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasil, v. 2, n. 1, p.21-33, jan. 2001

LACERDA, Marilusa Pinto Coelho et al. Modelagem pedomorfogeológica para o mapeamento de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p.108-119, nov. 2007

LEINZ, Víktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do. Geologia geral. rev. **São Paulo: Companhia Editora**, 2001.

LEPSCH Igo Fernando. 2011. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos.

LOHMANN, Marciel. **Estudo Morfopedológico da Bacia do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul – Rs: Subsídio á Compreensão dos Processos Erosivos**. 2005.

140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em <[http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/1877/Marciel\\_lohmann.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/1877/Marciel_lohmann.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 08.ago.2016.

LOHMANN, Marciel; SANTOS, Leonardo José Cordeiro. A Morfopedologia Aplicada à Compreensão dos Processos Erosivos na Bacia Hidrográfica do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul – Rs1. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 2, n. 6, p.91-102, dez. 2005. Disponível em: <[http://www.uqb.org.br/home/artigos/SEPARATAS\\_RBG\\_Ano\\_6\\_%20n\\_2\\_2005/RBG\\_Ano\\_6\\_n\\_2\\_2005\\_91\\_102.pdf](http://www.uqb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_6_%20n_2_2005/RBG_Ano_6_n_2_2005_91_102.pdf)>. Acesso em: 08.ago.2016

MAIA, Rúbson Pinheiro. **Planície Fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução Geomorfológica, Ocupação e Análise Ambiental**. 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MANUAL técnico de Pedologia. 3.Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p. (Manuais técnicos em geociências, n.4). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>>. Acesso em 12.set.2016.

MANUAL técnico de Geomorfologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p. (Manuais técnicos em geociências, n.5). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>> Acesso em: 12.set.2016

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de. **Vulnerabilidade Socioambiental do Município de Caucaia (CE): Subsídios ao Ordenamento Territorial**. 2014. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <[http://www.uece.br/mag/dmdocuments/cleyber\\_nascimento\\_medeiros.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/cleyber_nascimento_medeiros.pdf)> . Acesso em 01.set.2016

MEDEIROS, Cleyber Nascimento. et al., 2012. Caracterização socioambiental do município de Caucaia (CE) utilizando sistema de informação geográfica (sig): subsídios para o ordenamento territorial. **Geografia Ensino & Pesquisa**. v. 16, n. 2, p. 162-182, jul. 2012, Fortaleza. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/viewFile/7342/4381>> Acesso em 01.set.2016.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento.; SOUZA, Marcos José Nogueira. Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental: caso do município de Caucaia, Estado do Ceará. **REDE** (Revista eletrônica do PRODEMA), Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 54-73, jan/jun. 2016. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/profile/Cleyber\\_Medeiros/publication/304805525\\_Metodologia\\_para\\_mapeamento\\_da\\_vulnerabilidade\\_socioambiental\\_Caso\\_do\\_municipio\\_de\\_Caucaia\\_CE/links/577bb58708aec3b7433664ac.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cleyber_Medeiros/publication/304805525_Metodologia_para_mapeamento_da_vulnerabilidade_socioambiental_Caso_do_municipio_de_Caucaia_CE/links/577bb58708aec3b7433664ac.pdf)> . Acesso em: 01.set.2016.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento; SOUZA, Marcos José Nogueira. Mapeamento dos Sistemas Ambientais do município de Caucaia (CE) utilizando sistema de informação

geográfica: subsídios para o planejamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 08, n. 1, p. 25-40, mar. 2015. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbqfe/index.php/revista/article/view/885/678>>. Acesso: 01 set. 2016.

MENDONÇA, Jane Karina Silva e GUERRA, Antonio José Teixeira. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. GUERRA, Antonio José Teixeira e VITTE, Carlos Antônio (orgs.). Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004, pp. 225-251.

MORAIS, Lúcia de Fátima Sabóia de. **Para onde sopram os ventos do Cumbuco? Impactos do turismo no litoral de Caucaia, Ceará**. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://www.uece.br/mag/dmdocuments/lucia\\_saboia\\_dissertacao.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/lucia_saboia_dissertacao.pdf)>. Acesso em: 12.set.2016

MOURA-FÉ, Marcelo Martins. **Evolução Geomorfológica do Sítio Natural de Fortaleza, Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/8336/1/2008\\_dis\\_mmmourafe.pdf](http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/8336/1/2008_dis_mmmourafe.pdf)>. Acesso em 01.set.2016

MÜLLER FILHO, I. L. & Sartori, M. G. B. (1999) **Elementos para interpretação geomorfológica de cartas topográficas: contribuição à análise ambiental**. Santa Maria: Ed da UFSM. Nordestino. Sao Paulo: USP. 108 p. il. (Tese de Doutorado).

NAKASHIMA, P. (1999) **Cartografia dos sistemas pedológicos do Noroeste do Paraná – distribuição e subsídios para o controle da erosão**. São Paulo. Tese (doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, João Bertoldo. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola**. 2003. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra).

OLIVEIRA, João Bertoldo, JACOMINE, Paulo Kingler Tito e CAMARGO, Marcelo Nunes. (1992). **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, 201p.

PENCK, W. Die morphologische analyse. Ein kapitel der physikalischen geologie. J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart, 1924

PENTEADO, Margarida Maria, 1983. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed. IBGE. Rio de Janeiro.

PEREIRA JÚNIOR, Edilson; SPOSITO, Eliseu Savério. Economia política do território e estratégias de atração de Investimentos a geografia da subvenção industrial no Ceará como Exemplo. **GEOUSP: espaço e tempo**, v. 1, p. 3-18, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/75434>>. Acesso em 01.set.2016

PEREIRA, R.C.M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.) **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PINHEIRO, Mônica Virna Aguiar de. **Evolução Geoambiental e Geohistórica das Dunas Costeiras de Fortaleza, Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, 2009. Fortaleza, 2009. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8994/1/2009\\_dis\\_mvapinheiro.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8994/1/2009_dis_mvapinheiro.pdf)> . Acesso em 13.ago.2016.

PRADO, Hélio do. (1996) Solos Tropicais \_ **Potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso**. Piracicaba, 2ª. Ed. 166p.

RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. (Programa de Integração Nacional), Levantamento de Recursos Naturais, v. 21, folha AS.24, Fortaleza. Rio de Janeiro, 1981.

RIBEIRO, Mateus Rosas; SAMPAIO, Everardo Valadares Sá Barreto; GALINDO, Isabel Cristina Luma. Os solos e o processo de desertificação no Semiárido brasileiro. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, MG, n. 6, p. 319- 412.2009.

RIOS, Márcio Lima. **Vulnerabilidade á Erosão nos Compartimentos Morfopedológicos da Microbacia do Córrego do Coxo / Jacobina-Ba**. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-8GKFXD/disserta\\_o\\_m\\_rcio\\_lima\\_rios.pdf;jsessionid=21219DCAAF4B1DADA5DD55D3D863F33?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-8GKFXD/disserta_o_m_rcio_lima_rios.pdf;jsessionid=21219DCAAF4B1DADA5DD55D3D863F33?sequence=1)> . Acesso em 12. Ago.2016

ROOS. Jurandy Luciano Sanches. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. Contexto. São Paulo. 2000.

SÁ, Iêdo Bezerra; SILVA, Pedro Carlos Gama da (Ed.). **Semiárido Brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa, 2010. 402 p. SARAIVA JÚNIOR, João Correia. **Geomorfologia dos maciços costeiros de Caucaia- Ceará**. 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Fortaleza, 2009. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/7920>> . Acesso em 15. Dez.2016

SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R; TONNEAU, J. P; SOUZA NETO, N. C; BRITO, L. T. L; CORREIA, R. C; CAVALCANTE, A. C; SILVA, A. B; ARAUJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993, 325 p.

SILVA, Fernando Moreira da; CHAVES, Marcelo dos Santos; LIMA, Zuleide Maria C.. Classificação e tipos de solos do Brasil e do estado do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte: **Edufrn**, 2009.

SOUZA, José Carlos de; MELO, Regivânia da Cunha; ALMEIDA, Anderson Santos. Avaliação da capacidade de uso da terra a partir de compartimentos

morfoopedológicos: estudo aplicado ao município de Minaçu-Goiás-Brasil1. **Élisée**, **Rev. Geo. Ueg**, Anápolis, v. 4, n. 2, p.223-240, dez. 2005. Disponível em: <  
<http://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/viewFile/4185/2820>> . Acesso em:  
10.ago.2016

SOUZA, Marcos José Nogueira de – 1988 – Contribuição ao estudo das unidades-morfoestruturais do estado do Ceará, **Revista de Geologia**, v 1, p 73-91, Edições Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, M. J.N.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise Ambiental – Uma prática da Interdisciplinaridade no Ensino e na Pesquisa. In: **REVISTA REDE- Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 7, n.2, p.42-59, Nov.2011

SOUZA, M. J.N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, J.B. et. Al. (Orgs). **Ceará: Um novo olhar geográfico**. Edições Demócrito Rocha. Fortaleza - CE, p.127-140. 2005

SOUZA, Marcos José Nogueira de, et al., 2009. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo - PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza.

SZABÓ, Gergely Andres Julio; BABINSKI, Marly; TEIXEIRA. Wilson. **Rochas ígneas**. In: Decifrando a Terra. Ed: TEIXEIRA. Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. 2ª ed. IBEP, 2010, p. 327-346.

THORP, J. & SMITH, G.D. Higher categories for soil classification. *Soil Science* 67:117–126, 1949.

TRICART, Jean, Kilian, Jean. *L'éco-Geographie et l'aménagement du Milieu Naturel*. Paris, 1979.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, RJ, IBGE – SUPREN, 1977.

VIEIRA, M. J. Solos de baixa aptidão agrícola: opções de uso e técnicas de manejo e conservação. Londrina: **LAPAR**, 1987. 68 p. (IAPAR. Circular, 51).

VILLELA, Fernando Nadal Junqueira. et al., 2015. Morfoopedologia e zoneamento voltado à ocupação. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 30, pp. 179-192. 2015. Disponível em : <  
<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/102857/107763>> Acesso em: 16.out.2016