

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

TAMIRES SILVA BARBOSA

**GEOMORFOLOGIA URBANA E MAPEAMENTO
GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB,
BRASIL**

**JOÃO PESSOA
2015**

TAMIREZ SILVA BARBOSA

**GEOMORFOLOGIA URBANA E MAPEAMENTO
GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (PPGG/UFPB), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Max Furrier.
Coorientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva.

**JOÃO PESSOA
2015**

B238g

Barbosa, Tamires Silva.

Geomorfologia urbana e mapeamento geomorfológico do município de João Pessoa – PB, Brasil / Tamires Silva Barbosa. – João Pessoa, 2015.

115 f. : il.

Orientador: Max Furrier

Coorientador: Richarde Marques da Silva

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN

1. Geografia. 2. Geomorfologia Urbana – João Pessoa – PB.
3. Formas de relevo atuais. 4. Relevo tecnogênico.

UFPB/BC

CDU: 911 (043)

**“Geomorfologia Urbana e Mapeamento Geomorfológico do
Município de João Pessoa - PB, Brasil”**

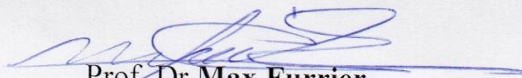
por

Tamires Silva Barbosa

Dissertação apresentada ao Corpo Docente do Programa de
Pós-Graduação em Geografia do CCEN-UFPB, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Geografia.

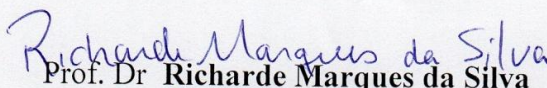
Área de Concentração Território, Trabalho e Ambiente

Aprovada por:



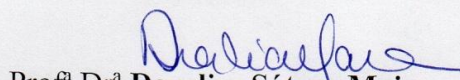
Prof. Dr. Max Furrier

Orientador



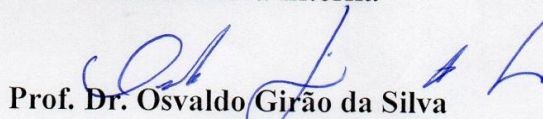
Prof. Dr. Richarde Marques da Silva

Coorientador



Prof. Dr. Doralice Sátyro Maia

Examinadora interna



Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva

Examinador externo

**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Curso de Mestrado em Geografia**

Agosto/2015

Dedico este trabalho a Deus que me capacitou para tal obra e aos meus familiares e amigos, pois são o combustível que me move a continuar prosseguindo nas dificuldades e nas conquistas da vida.

“Combati o bom combate, acabei a carreira, guardei a fé” (II Timóteo 4:7)

AGRADECIMENTOS

Ao soberano Deus e Senhor da minha vida, agradeço imensuravelmente, por sua onipresença e sua graça, e por me capacitar e instruir até o presente momento. Mesmo imerecidamente, alcanço o seu favor.

Àqueles que contribuíram para a minha formação pessoal e intelectual, sem os quais, a conclusão desse mestrado e a elaboração desse trabalho não seriam possíveis. São eles:

Os meus pais, Ednaldo José Barbosa e Rosa Maria Aparecida da Silva Barbosa, e irmãos, Thaise da Silva Barbosa e Denner da Silva Barbosa, assim como todos os outros familiares que torcem pelo meu sucesso e felicidade. Estes foram meus maiores incentivadores a investir na minha formação profissional, dando apoio financeiro, emocional e moral, tentando auxiliar de todas as formas possíveis.

O meu orientador, Professor Dr. Max Furrier, pelos conhecimentos, experiências e recomendações passadas. Maior incentivador à minha participação e aprovação na seleção de mestrado em Geografia, assim como a todas as minhas publicações. Agradeço por todas as oportunidades fornecidas.

O meu coorientador, Professor Dr. Richarde Marques da Silva, por todas as orientações pessoais, científicas e, principalmente, cartográficas. Toda a presteza e atenção aos dilemas que se levantaram no decorrer da minha pesquisa. Agradeço imensamente.

O professor Dr. Marco Antônio Mitidiero Júnior, ex-coordenador do PPGG, que esteve gentilmente pronto a ajudar no que fosse preciso durante o tempo em que permaneceu na chefia. Bem como a Sônia, secretária do PPGG.

A geógrafa, mestre e amiga Maria Emanuella Firmino Barbosa, a quem recorri por diversas vezes em todos os momentos de dúvidas. Jamais poderei pagar por todo apoio que me deu e sempre me serviu de modelo como profissional e como pessoa, pela sua competência e perseverança.

O geógrafo, mestre e amigo Ivanildo da Silva Costa, que esteve ao meu lado nos mais importantes momentos desta pesquisa, compartilhando dos meus trabalhos de campo e viagens, me orientando no que fosse necessário e oferecendo a gentileza de suas palavras em momentos cruciais.

O geógrafo e amigo Wesley Ramos Nóbrega, que jamais me negou auxílio em relação aos procedimentos com as técnicas do geoprocessamento, principalmente, no início desta pesquisa e, constantemente, me incentivou a não desistir da Geografia.

Todos os outros colegas que compõem ou já compuseram a equipe do LEGAM e LEPPAN, por todas as vezes que recorri a vós para sanar dúvidas, pedir auxílio e compartilhar dos meus sabores e dissabores durante o tempo decorrido desta pesquisa. Agradeço a todos.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

Muito obrigada a todos!

“O sexto planeta era dez vezes maior. Era habitado por um velho que escrevia livros enormes.

- Bravo! Eis um explorador! Exclamou ele, logo que viu o príncipezinho.

O príncipezinho assentou-se na mesa, ofegante. Já viajara tanto!

- De onde vens? Perguntou-lhe o velho.

- Que livro é esse? Perguntou-lhe o príncipezinho. Que faz o senhor aqui?

- Sou geógrafo, respondeu o velho.

- Que é um geógrafo? Perguntou o príncipezinho.

É um sábio que sabe onde se encontram os mares, os rios, as cidades, as montanhas, os desertos.

É bem interessante, disse o príncipezinho. Eis, afinal, uma verdadeira profissão! E lançou um olhar em torno de si, no planeta do geógrafo. Nunca havia visto planeta tão majestoso.”

RESUMO

O presente trabalho objetiva realizar a análise da geomorfologia urbana do município de João Pessoa em seus aspectos naturais e antropogênicos, mapeando as formas de relevo, distinguindo e contabilizando as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, os padrões e formas de relevo, os tipos de formas e os processos morfogenéticos atuais presentes no município de João Pessoa. O estudo da geomorfologia do município é de grande importância, pois se trata de uma área em franco processo de expansão urbana inclusive sobre formas de relevo inadequadas, como vertentes de altas declividades e estrutura geológica sedimentar, que é mais facilmente erodida pela ação climática e antropogênica, assim como fundos de vales de rios que periodicamente são atingidos por inundações e, por vezes, causam alagamentos de moradias instaladas nas margens de rios. As técnicas utilizadas nesta pesquisa consistiram na digitalização de quatro cartas topográficas na escala 1:25.000 e curvas de nível com equidistância de 10 m, que abarcam toda a área do município, obtendo desta forma, dados topográficos mais precisos devido à escala de detalhe. Com as cartas digitalizadas, elas foram vetorizadas e a partir das informações extraídas delas e trabalhadas em ambiente SIG, foram elaborados os mapas temáticos de hipsometria e declividade e, também, foi atualizado o mapa geológico da área. Tendo tais ferramentas nas mãos e com a realização dos trabalhos de campo e análise de imagens de satélite e fotografias aéreas, foi elaborado o mapa geomorfológico. O mapa geomorfológico, além de servir como base de análise da pesquisa, serviu também como síntese dos resultados da mesma. Ao fim da análise se pôde obter a quantificação da extensão geográfica superficial de cada unidade geológica presente no município, assim como das unidades geomorfológicas. Além disso, obtiveram-se dados morfométricos resultantes de análise dos mapas temáticos elaborados e o mapeamento das principais formas de relevo tecnogênicas do município. Discutiu-se acerca dos aspectos da geomorfologia urbana e dos riscos geológico-geomorfológicos causados pela ocupação/urbanização de formas de relevo inapropriadas para a ocupação.

Palavras-chave: Formas de relevo atuais; Relevo tecnogênico; Geomorfologia urbana; João Pessoa.

ABSTRACT

This work aims to do the analysis of urban geomorphology of the João Pessoa city and their natural and anthropogenic features, mapping the relief forms, distinguishing and counting the morphostructural and morphosculptural units, standards and landforms, the types of forms and current morphogenetic processes present in the João Pessoa city. The geomorphology studies of the city is very important, because it is an area in frank process of urban expansion including on inadequate relief forms, as strands of steep slopes and sedimentary geological structure, which is more easily eroded by the climate and anthropogenic actions as well as river valleys funds that are regularly hit by floods and sometimes cause flooding of houses installed on the banks of rivers. The techniques used in this research consisted of scanning of four topographic maps at 1: 25,000 scale and contour lines with equidistance of 10 m, covering the entire area of the city, thus obtaining more accurate topographic data due to the detail scale. With the scanned maps, they were vectorized and the informations were extracted and worked in a GIS environment, thematic maps of hypsometry and slope were prepared and also the geological map of the area has been updated. Having these tools in the hands and with the realization of field work and satellite images and aerial photographs analysis, was developed geomorphological map. The geomorphological map, as well as serving as the basis of analysis of the research, also served as a synthesis of the results of it. After the analysis it was possible to obtain the quantification of surface geographic extent of each geologic unit present in the city, as well as the geomorphological units. In addition, they obtained morphometric data derived from analysis of the elaborated thematic maps and the mapping of the main tectonic relief forms of the city. It is discussed about the aspects of urban geomorphology and geological and geomorphological hazards caused by the occupation / urbanization of inappropriate relief forms to the occupation.

Keywords: Current relief forms; Tectonic relief; Urban geomorphology; João Pessoa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atribuições do geomorfólogo urbano.	23
Figura 2 - Tipos de movimentos de massa.	29
Figura 3 - Localização do município de João Pessoa.	34
Figura 4 - Mapa geológico de João Pessoa.	36
Figura 5 - Trecho do mapa geológico de João Pessoa indicando forte inflexão no Rio Cuiá.	37
Figura 6 - Anticlinal localizada na falésia do Cabo Branco. Em tracejado, as camadas dobradas, sendo um arco inferior e outro superior.	38
Figura 7 - Representação esquemática das unidades taxonômicas proposta por Ross.	54
Figura 8 - Localização dos perfis topográficos elaborados, rede de drenagem e MDE do município de João Pessoa.	59
Figura 9 - Mapa de localização dos trabalhos de campo.	61
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de João Pessoa.	64
Figura 11 - Mapa hipsométrico do município de João Pessoa.	65
Figura 12 - Mapa de declividade do município de João Pessoa.	68
Figura 13 - Topos convexos semicolinosos em frente à Coteminas (porção sudoeste) – Distrito Industrial, João Pessoa, imediações do riacho Mussuré.	73
Figura 14 - Blocos de ferricretes no sopé da falésia de Cabo Branco.	75
Figura 15 - Cones de dejeção na falésia inativa em Barra de Gramame.	76
Figura 16 - Erosão resultante da ação das ondas do mar nos terraços e planícies marinhas em Barra de Gramame.	77
Figura 17 - processos de arenização nos rios Marés e Camaço	78

Figura 18 - Bacia centrípeta do Parque Sólon de Lucena com curvas de nível em vermelho e cotas altimétricas.....	79
Figura 19 - Elementos urbanos construídos sobre a falésia de Cabo Branco.....	80
Figura 20 - Elementos urbanos erodidos na praia do Seixas e muro de contenção para evitar a erosão.	81
Figura 21 - Ondas avançando até o muro que separa a praia de Manaíra da Av. João Mauricio.	81
Figura 22 - Avanço da urbanização e erosão na praia do Bessa.	82
Figura 23 - Hotel Tambaú com a praia de Tambaú ao sul em progradação e com a praia de Manaíra ao norte em processo de erosão costeira.	83
Figura 24 - Formas degradacionais tecnogênicas – mina de calcário clandestina no bairro de Mandacaru, João Pessoa.....	85
Figura 25 - Formas degradacionais e agradacionais tecnogênicas – mina de calcário clandestina no bairro de Mandacaru, João Pessoa.	85
Figura 26 - Aterro sanitário do município de João Pessoa.....	86
Figura 27 - Acumulação de lixo no bairro de Mandacaru.....	87
Figura 28 - Comunidade do bairro São José.	89
Figura 29 - Deslizamento de terra em vertente de corte de estrada na BR 230	93
Figura 30 - Moradias construídas no topo de vertentes lançando águas servidas sobre o talude na Comunidade Santa Clara, bairro do Castelo Branco.	94
Figura 31 - Área inundada no bairro do Miramar.	95
Figura 32 - Cordões litorâneos onde se localiza o Bessa e o município de Cabedelo.	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Processos geológicos naturais comparados aos antropogênicos.	25
Tabela 2 - Unidades geológicas em km ² e % do município de João Pessoa.	35
Tabela 3 - Matriz dos índices de dissecação das formas de relevo.	56
Tabela 4 - Medida das classes de hipsometria do município de João Pessoa.....	63
Tabela 5 - Medida das classes de declividade em km ²	67
Tabela 6 - Identificação das áreas de risco no município de João Pessoa.	91
Tabela 7 - Relação dos rios urbanos assoreados que causam inundação de suas margens no período das chuvas em João Pessoa.	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Climograma do município de João Pessoa.....	40
Gráfico 2 - Medida das classes de hipsometria do município de João Pessoa em %.	63
Gráfico 3 - Medida das classes de declividade em %.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alterações das nomenclaturas utilizadas no Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) para o novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999).....	42
Quadro 2 - Representação esquemática das unidades taxonômicas de Ross.	54
Quadro 3 - Representações gráficas do relevo pontual.	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 JUSTIFICATIVA.....	18
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
4.1 GEOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA - CONCEPÇÃO SISTÊMICA	20
4.2 GEOMORFOLOGIA URBANA.....	21
4.2.1 Ação geológica do homem e a teoria do relevo tecnogênico.....	24
4.2.2 Riscos geológico-geomorfológicos urbanos.....	27
4.3 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA.....	31
5 ÁREA DE ESTUDO.....	34
5.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS	34
5.1.1 Localização.....	34
5.1.2 Caracterização geológico-geomorfológica	35
5.1.3 Caracterização do clima e aspectos morfoclimáticos da área	39
5.1.4 Solo	41
5.1.5 Vegetação	43
5.2 BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA – A URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	46
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
6.1 CONFECÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS DE HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE	51
6.2 ELABORAÇÃO DO MAPA GEOMORFOLÓGICO	53
6.3 ELABORAÇÃO DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS	59
6.4 TRABALHOS DE CAMPO.....	60
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
7.1 HIPSOMETRIA	62
7.2 DECLIVIDADE.....	66
7.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO.....	69
7.3.1 Descrição das vertentes – o quinto táxon	72

7.4 GEOMORFOLOGIA URBANA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA	74
7.4.1 Formas atuais e o relevo tecnogênico – o 6º Táxon	74
7.4.2 Riscos geológico-geomorfológicos – ocupação x relevo	88
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE A.....	110
APÊNDICE B	112
ANEXO A	114

1 INTRODUÇÃO

As formas de relevo são estruturas dinâmicas e heterogêneas que se modificam no tempo e no espaço, de acordo com a presença e a intensidade dos elementos que as originam e/ou as extinguem. As modificações que ocorrem nas formas de relevo podem interferir, ou até mesmo, reorganizar todo o espaço geográfico que se constitui sobre elas. A geomorfologia, seja ela climática, estrutural ou antropogênica, se preocupa, no geral, com a descrição, gênese, compreensão e evolução das formas de relevo.

Os estudos em geomorfologia, principalmente em áreas urbanas, assumem importante papel no que tange ao ato de planejar o uso e ocupação do solo na cidade, portanto, este conhecimento permite que se estabeleça o melhor aproveitamento possível do mesmo, minimizando riscos potenciais.

Segundo o Censo Demográfico do IBGE, do ano de 2010, das 190.755.799 pessoas que compõe a população brasileira, cerca de 160.925.792 vivem em cidades, em sua grande maioria, desenvolvidas com um planejamento precário e/ou ineficiente. Estas podem apresentar grandes problemas de ordem ambiental e social, relacionados, principalmente, às características físicas e geomorfológicas do sítio onde a cidade foi construída e pelo seu modo de uso e ocupação.

Em João Pessoa, o Censo Demográfico de 2010 confirma 720.785 pessoas vivendo na zona urbana, enquanto apenas 2.730 pessoas ocupam zonas rurais. A notável expansão urbana apresentada através dos dados expostos se dá sobre díspares conjuntos de formas de relevo, encorpando, dessa forma, características geomorfológicas distintas.

O estudo integrado dos processos geomorfológicos, que ocorrem em função da ação antropogênica e seus impactos à sociedade e ao meio ambiente, tem levantado uma nova vertente nos estudos geomorfológicos, voltando o seu enfoque principal às questões condizentes ao planejamento urbano-territorial. Dessa forma, a detecção de áreas em processo de degradação, erosão acelerada, passíveis de movimentos de massa ou inundações e sua devida correlação com os aspectos geomorfológicos, atualmente, constitui-se em uma importante ferramenta para o estudo da geomorfologia urbana de uma dada cidade.

A geomorfologia urbana é a parte da geomorfologia que estuda as formas de relevo típicas do espaço urbano, ou seja, o relevo modificado pelo homem e seus consequentes impactos sobre o meio natural e à própria sociedade. Conforme destaca Lacerda (2005), alguns dos principais aspectos estudados na geomorfologia urbana são: os afundamentos em

áreas de carste; erosão acelerada; assoreamento; inundações e alagamentos; cortes; aterros; movimentos de massa induzidos; mineração, entre outros.

Dentro do estudo das formas de relevo tipicamente urbanas, é relevante analisar e incorporar a teoria do relevo tecnogênico, que considera todo relevo resultante, direta ou indiretamente, da ação humana, como relevo tecnogênico. Estas formas são representadas através do mapeamento geomorfológico, podendo ser incorporada à metodologia de Ross (1992) desde o 4º táxon, nos tipos de formas de relevo, ao 5º e 6º, nas vertentes e formas atuais.

O mapeamento geomorfológico proposto para o trabalho é um dos principais meios para que a análise da geomorfologia urbana do município de João Pessoa se efetue com maior precisão e quantificação. Ross (1996) afirma que ao se elaborar uma carta geomorfológica deve-se fornecer elementos de descrição do relevo, identificar a natureza geomorfológica de todos os elementos do terreno e quantificar as formas.

Assim, através do mapeamento geomorfológico do município, é possível avaliar dados morfométricos, que neste caso são obtidos a partir de cartas topográficas, tratadas em ambiente SIG; informações morfográficas, indicando o fenômeno e a origem das formas; e os dados morfogenéticos, correspondendo à gênese das formas registradas, bem como as formas de relevo atuais naturais e tecnogênicas, possibilitando o estudo analítico da geomorfologia urbana do município de João Pessoa.

2 JUSTIFICATIVA

Para realizar qualquer estudo de caráter geográfico, e, portanto, espacial, se faz necessário o conhecimento das características físicas da área, que são os elementos primários com os quais o homem se relaciona para a sua construção social. As bases geológicas e geomorfológicas influem diretamente no modo como se dá a edificação de áreas urbanas, sendo assim primordial ao planejamento urbano-territorial, o diagnóstico das mesmas.

Devido aos crescentes danos ambientais e sociais provenientes do modelo econômico adotado, os estudos com perspectivas voltadas ao planejamento físico-territorial sob a visão de um desenvolvimento sustentável têm ganhado grande importância. Portanto, o diagnóstico geomorfológico de uma cidade, seja ela qual for, vem a ser uma ferramenta essencial para o planejamento territorial do uso e ocupação do solo urbano e para tomada de decisões quanto à prevenção e remediação dos problemas ambientais urbanos.

O recorte espacial proposto para o presente estudo compreende o município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Este município foi selecionado por se tratar de uma área em franco processo de expansão urbana, inclusive, sobre estruturas geologicamente frágeis, como é o caso da urbanização sobre determinados pontos do litoral, onde se apresentam falésias ativas que sofrem pressão, tanto dos processos erosivos naturais provindos da energia das ondas que retiram sedimentos e instabilizam a falésia, quanto da construção de elementos urbanos sobre ela. Acrescentando-se a isto, pode-se observar outros problemas socioambientais relacionados à ocupação de vertentes e dos fundos de vales de rios, que vem causando transtornos, principalmente em épocas chuvosas, pela ocorrência de inundações.

Dessa forma, a pesquisa, ora apresentada, se justifica pelo fornecimento de uma gama de mapeamentos, informações e detalhes acerca dos aspectos físicos, em especial, geomorfológicos, para a área em questão, considerando os efeitos das intervenções antropogênicas e suas implicações.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

A questão central sobre a qual a pesquisa está pautada é compreender a geomorfologia urbana do município de João Pessoa, utilizando o mapeamento geomorfológico como base da análise e, desta forma, entender como a geomorfologia do município tem sido modificada a partir da urbanização, constatando e contabilizando as formas atuais e tecnogênicas e os riscos inerentes a elas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 – Distinguir as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, os padrões e formas de relevo, os tipos de formas e os processos morfogenéticos atuais presentes no município de João Pessoa, através de seu mapeamento geomorfológico, segundo Ross (1992);
- 2 – Discutir acerca da geomorfologia urbana do município, identificando e quantificando os processos geomorfológicos tipicamente urbanos presentes (erosão acelerada, inundações, movimentos de massa induzidos etc.), e os riscos geológico-geomorfológicos relacionados a eles;
- 3 – Identificar e quantificar as principais formas de relevo tecnogênicas que o município apresenta.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 GEOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA - CONCEPÇÃO SISTÊMICA

A geografia é uma ciência que abarca uma grande quantidade de conhecimentos de diferentes naturezas, em seus aspectos físicos e humanos. Há muitos anos, a dicotomia entre suas duas grandes áreas - Geografia Física *versus* Geografia Humana - é discutida pelos epistemólogos da Geografia, entretanto, essas questões ainda não foram superadas com êxito.

Segundo Suertegaray (2002), falar de geografia física no final do século XX é falar da questão ambiental, concebendo o ambiente enquanto espaço de relações entre elementos de ordem natural, social, econômica e política onde o homem, portanto, está interagindo numa relação sistêmica. O envolvimento da geografia com as abordagens sistêmicas é fundamentado na linha pragmática da geografia, que defende o caráter prático da ciência geográfica e tem poder de intervenção na realidade, o que induziu que a geografia se voltasse para os estudos aplicados e não mais seguissem o caráter não prático da escola tradicional.

É no contexto da aplicação objetiva da ciência, para fins de desenvolvimento do estado soviético, que emerge a partir da contribuição de Sotchava (1977), o conceito de “Geossistema”, que é o sistema ambiental físico composto pelos elementos do meio físico em constante inter-relação, considerando, também, o fator humano como um de seus componentes, sendo ele parte de seu funcionamento.

Dentro dos estudos geográficos, surgirá a geografia física aplicada, voltada para o planejamento urbano e ambiental, levando em consideração, também, a concepção sistêmica para analisar os elementos do meio físico e suas relações com a sociedade. A geomorfologia enquanto campo de conhecimento fundamental à geografia física entra na decorrente inquietação pelos temas ambientais emergentes, passando a atentar-se com a dinâmica dos processos naturais e antropogênicos, os sistemas de erosão e a dinamicidade da natureza.

Assim sendo, a ciência geomorfológica, dentro do enfoque sistêmico, oferece aos estudos geográficos a oportunidade de alcançar um caráter mais homogêneo entre as suas duas grandes áreas dicotômicas - geografia física e geografia humana, inter-relacionando as ações do homem e do meio para a compreensão dos fenômenos que dão origem às formas de relevo e que são responsáveis pela sua evolução.

A geomorfologia, como assegura Silva (2009), identifica, classifica e analisa as formas de relevo da superfície do planeta, sistematizando o conhecimento sobre a forma e a natureza

do substrato físico onde se realizam as atividades humanas. Portanto, o estudo do meio físico pode preceder, integrar-se e servir aos estudos socioeconômicos, por meio da geomorfologia. Dessa maneira, entende-se que dentro do campo de conhecimento geomorfológico existem possibilidades de estudos que tenham uma abordagem integrada, no que diz respeito aos conhecimentos das ciências sociais e naturais.

Concordando com Florenzano (2008), a análise do relevo é importante não só para a própria geomorfologia, mas também para as outras ciências da terra que estudam os componentes da superfície terrestre (rochas, solos, vegetação e água), bem como na definição da fragilidade/vulnerabilidade do meio ambiente e no estabelecimento de legislação para a sua ocupação e proteção. Dependendo de suas características, o relevo favorece ou dificulta a ocupação dos ambientes terrestres pelo homem.

O conhecimento geomorfológico tem, portanto, caráter sistêmico ou integrador, não apenas dentro da geografia, mas abriga em si mesmo a necessidade do olhar interdisciplinar sobre o seu objeto de estudo que, em síntese, é o conjunto de formas de relevo da Terra, bem como os processos que deram origem ao mesmo.

A ideia de sistema dentro da geomorfologia, segundo Christofolletti (1980), indica significar um conjunto autorregulador de materiais, processos e a geometria do modelado, sendo que toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos. Isto pode ser aplicado a qualquer sistema geomorfológico, tais como o estudo das vertentes, rios, bacias de drenagem, dunas, litorais e outros.

4.2 GEOMORFOLOGIA URBANA

A geomorfologia urbana estuda nada mais que os processos geomorfológicos que ocorrem dentro do espaço urbano, considerando o homem como fator geomorfológico ativo na esculturação do modelado terrestre, atuando conjuntamente com os fenômenos intempéricos e as forças endógenas.

Este ramo da geomorfologia conta com precário arcabouço teórico, Rodrigues (2005) enfatiza que são poucas as obras que tratam da urbanização como um fator de modificação expressiva das bases geomorfológicas de uma área, ou seja, do sítio urbano. A maioria dos estudos considera assim as atividades agrícolas como agente modificador do relevo, principalmente dentro da geografia. Guerra e Marçal (2006) reafirmam a carência de arcabouço teórico-conceitual e aplicado da geomorfologia urbana.

O marco conceitual da geomorfologia urbana consiste na obra de Coates (1976), denominada *Urban Geomorphology*, esta considerava o homem como um intruso no sistema geográfico, que entra apenas para modificá-lo. Em 1980, na China, surge outra obra denominada de *Urban Geomorphology* – de Chengtai Diao (JORGE, 2011), que considerou o homem como agente geomorfológico, um ser capaz de criar e recriar o ambiente em que vive. Contudo, mesmo antes de existir a subárea da geomorfologia urbana, o geógrafo Aziz Ab'Saber escreve o livro – *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*, em 1957, avaliado como o estudo mais completo em termos de conteúdo geomorfológico em áreas urbanas.

Considerada uma nova subdivisão da geomorfologia, a geomorfologia urbana parte da preocupação com as diversas mudanças que o homem tem provocado na superfície geomorfológica, já que grande parte dos problemas enfrentados na sociedade refere-se àqueles que estão visíveis na cidade. Essas mudanças estariam relacionadas a um ambiente construído e modificado em diversas escalas (JORGE, 2011). O resultado da interferência humana sobre as formas de relevo é também denominado por Fujimoto (2005), como morfologia antropogênica, que altera a morfologia original, destrói algumas características básicas e geram novos processos morfodinâmicos.

Tratada por Santos Filho (2011) como antropogeomorfologia, a geomorfologia urbana ou morfologia antropogênica demonstra-se fundamental ao planejamento da construção e manutenção da cidade, o autor destaca que as áreas urbana estão cada vez mais deteriorada e comprometidas pela improvisação e falta de parâmetros técnicos para a sua ocupação. Bathrellos (2007) traz a reflexão acerca dos fenômenos de expansão urbana e revolução industrial. Ele considera que a urbanização e a ampliação da indústria química geraram efeitos de mão dupla para o meio e para a sociedade, de forma que ocorreram avanços significativos na qualidade de vida nos últimos 160 anos, ao passo que os mesmos fenômenos ameaçam os sistemas naturais e sociais do planeta.

O maior problema ambiental da urbanização, conforme destaca Lacerda (2005), é a impermeabilização dos terrenos de bacias hidrográficas e o fenômeno denominado de *runoff* ou enxurrada, pelo fato de ocorrer modificação na infiltração da água e no seu escoamento superficial e subsuperficial, podendo causar enchentes e erodir vertentes e solos de maneira mais acelerada. Csima (2010) apresenta algumas outras consequências geomorfológicas resultantes do processo de urbanização, sendo elas:

- 1- Drenagem modificada e alteração dos processos geomorfológicos naturais anteriormente operados;
- 2 – Acúmulo de detritos e lixo durante longo período de tempo;
- 3 – Destruição das feições menores por obras de construção;
- 4 – Movimentos de massa induzidos; e
- 5 – Aterro em depressões naturais e artificiais por entulho, entre outras.

Douglas (1998) demarca quais seriam as principais atribuições do geomorfólogo que se dispõe a estudar as áreas urbanas: conhecer a topografia onde a cidade é construída; entender os processos geomorfológicos atuais modificados pela urbanização; e prever as futuras mudanças geomorfológicas que poderão vir a ocorrer (Figura 1). Logo, o estudo da geomorfologia urbana de uma dada cidade envolve o conhecimento dos processos morfogenéticos ocorridos no passado, entendimento de como estes se comportam no presente para a designação de previsões que tais processos e formas poderão adquirir no futuro.

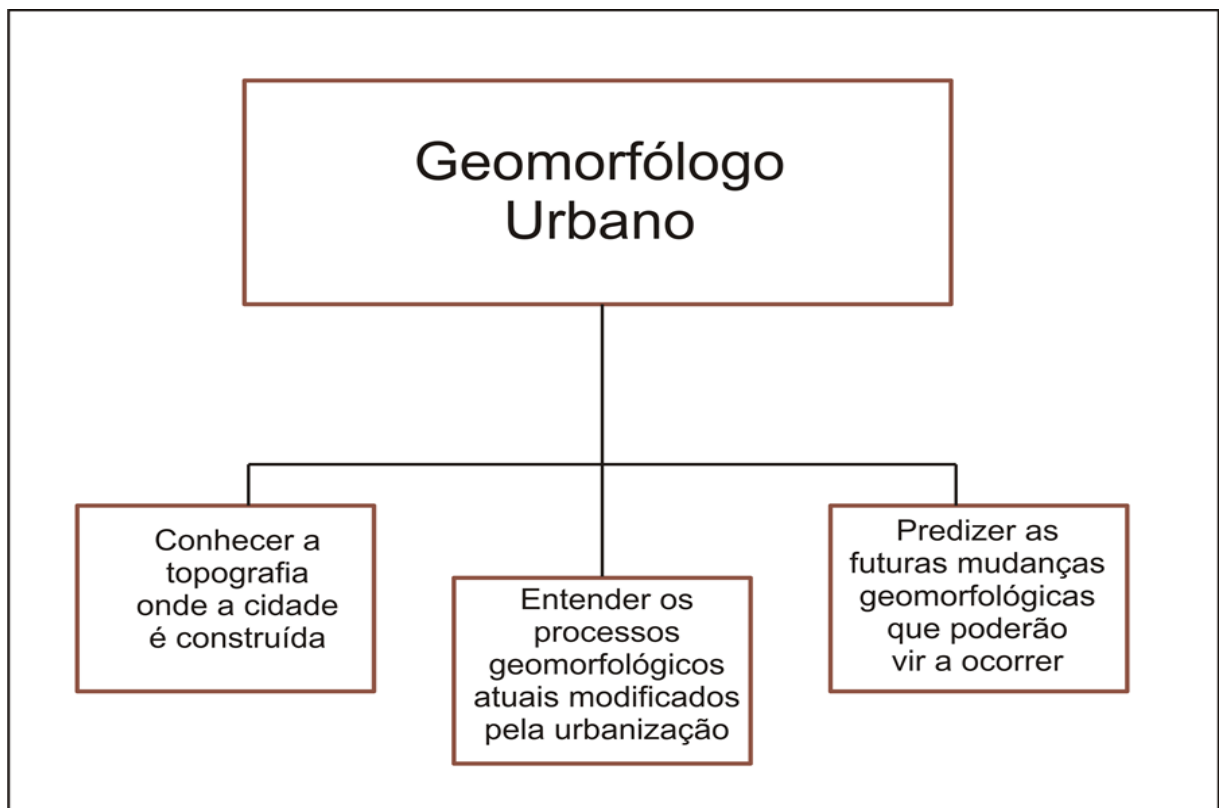


Figura 1 - Atribuições do geomorfólogo urbano.
Fonte: Adaptado de Douglas (1998).

Para a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos na cidade, considerando a questão ambiental e o desenvolvimento, têm-se a legislação ambiental urbana ou o licenciamento ambiental urbano. Graeff (2011) traz uma discussão acerca dos equívocos técnico-científicos, principalmente no que diz respeito à inserção dos conceitos geomorfológicos dentro da legislação, que as resoluções do CONAMA têm apresentado e, que não têm sido bem definidos, tendo em vista a complexidade, subjetividade e transdisciplinaridade necessárias para tratar a questão ambiental.

Os principais impasses técnicos na aplicabilidade da legislação ambiental dizem respeito à ocupação dos espaços, é a definição das faixas marginais de rios urbanos e a ocupação de áreas com altas declividades, que envolvem toda uma discussão acerca da pobreza, exclusão e déficit habitacional que levam às ocupações irregulares nas margens dos rios e em morros e à consequente degradação ambiental e social, onde se volta à questão da necessidade do planejamento eficiente.

4.2.1 Ação geológica do homem e a teoria do relevo tecnogênico

Conforme Szabó *et al.* (2010), o ambiente físico não está isento, onde quer que este se localize, de algum tipo de influência humana, geralmente em efeito cascata, modificando o sistema. As ações antropogênicas podem, por isso, se voltar sobre a própria sociedade.

As atuações antropogênicas sobre a estrutura geológica e sobre o relevo, embora sejam insignificantes quando comparadas aos processos endógenos relacionados ao tectonismo, são equiparáveis e até superiores às influências climáticas sobre a superfície da Terra (SZABÓ *et al.*, 2010). Estas ações podem influenciar de forma direta ou indireta na gênese ou modificação de uma estrutura geológica e/ou de uma forma de relevo.

Como relata Oliveira *et al.* (2005), a caracterização da ação geológica do homem geralmente resulta da comparação que pode ser feita entre os processos naturais e os processos antropogênicos na transformação da Terra. Ter-Stepanian (1988) *apud* Oliveira *et al.* (2005), faz uma lista com estas comparações apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Processos geológicos naturais comparados aos antropogênicos.

Processos naturais	Processos antropogênicos
Intemperismo	Moagem de rochas na mineração
Formação de relevo	Modificações por construções e cortes
Denudação	Perda de solo agrícola
Dinâmica fluvial	Canalizações e retificações
Formação de cavernas	Obras subterrâneas, metrô, túneis
Subsidência de terrenos por carstificação	Subsidência por colapso de minas
Sismos naturais	Sismos induzidos por reservatórios

Fonte: Ter-Stepanian (1988) *apud* Oliveira *et al.* (2005).

As formas de relevo resultantes dos processos antropogênicos são chamadas por Peloggia (1998) de formas de relevo tecnogênicas, correspondendo ao sexto táxon do mapeamento geomorfológico proposto por Ross (1992), podendo também estar contidas em menor expressão desde o quarto táxon. Engloba as formas menores produzidas pelos processos atuais ou por depósitos atuais, as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bacias de sedimentação atual, assoreamentos, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem, ou às pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência humana ao longo das vertentes.

Peloggia vem desenvolvendo, em seus trabalhos, a teoria do relevo tecnogênico (PELOGGIA, 1996; 1997; 1998; 1999; 2003; 2005), para ele, um dos aspectos mais significativos da ação do homem sobre a superfície da Terra é a modificação do relevo. Esta ação aparece como a expressão resultante da modificação ou neocriação de processos morfoesculturais e de seus depósitos correlativos, sendo, portanto, uma marca do período “Quinário” e de sua época correspondente, o “Tecnógeno” - termo utilizado para se referir à época que se caracteriza pelas condições geológico-geomorfológicas atuais, em que a ação humana ganha destaque (PELOGGIA, 2005). No Brasil, as primeiras pesquisas em que temas geológicos foram analisados segundo uma abordagem que tem o homem como agente geológico só surgiram na década de 1990 (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Essa abordagem considera que os novos ambientes criados pelo homem em substituição aos ambientes passados conferem-lhe a qualidade de agente geológico.

Assim, concordando com Oliveira *et al.* (2005), o objeto de trabalho da Geologia se expande, passando a englobar os depósitos tecnogênicos, que são testemunhos dos ambientes antropizados e de seus processos geradores. A Geologia do Tecnógeno concentra-se, então, no estudo dos produtos (depósitos e feições, ditos tecnogênicos) gerados diretamente ou influenciados pela atividade humana e, também, nos seus processos específicos, estes que atuam sobre os próprios depósitos tecnogênicos assim como sobre maciços e relevos pré-existentes (PELOGGIA, 1997).

Peloggia (1998) destaca os depósitos tecnogênicos urbanos e apresenta quatro tipos principais, com base na caracterização do material constituinte do depósito: materiais “úrbicos” (detritos urbanos, materiais terrosos com artefatos manufaturados como tijolos, vidro, concreto...); materiais “gárbicos” (depósitos de materiais detrítico com lixo orgânico de origem humana); materiais “espólicos” (materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem); materiais “dragados” (materiais terrosos provenientes de dragagens de cursos de água).

Os depósitos tecnogênicos, em particular, resultam de processos intensos, ou seja, se desenvolvem em períodos de tempo curto e são fenômenos pontuais em escala planetária (SUERTEGARAY, 2002). Os aterros urbanos, lixões e aterros sanitários são, hoje, alguns dos tipos de depósitos tecnogênicos mais comuns. Além da ação direta do homem na formação dos depósitos tecnogênicos, alguns autores consideram também como tecnogênicos, os depósitos gerados indiretamente pelo homem, como por exemplo, os solos contaminados por poluentes (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Além dos depósitos tecnogênicos, outros produtos são gerados pela ação antropogênica, pela modificação do relevo natural e alteração dos processos geomorfológicos. Exemplo destes são as escavações causadas pela mineração; formação de vertentes artificiais; alteração de cursos de rios por obras de construção civil; subsidência de terrenos por extração de água subterrânea; alteração micro e mesoclimática pelos elementos urbanos construídos; produção de maior carga de sedimentos para os rios, entre outros.

Não há necessidade de se explicar em detalhe a estreita relação entre as atividades de mineração e a geologia/geomorfologia. Como relata Dávid (2010), o resultado da escavação de pedreiras resulta em uma área com mudanças fundamentais e visíveis. A variedade de formas de relevo resultantes da mineração é classificada em três grupos principais: as formas

negativas (degradacionais); as positivas (agradacionais); e as niveladas, resultantes da destruição de formas anteriormente postas e agora aplainadas.

As formas degradacionais e agradacionais não são resultantes exclusivamente da atividade de mineração, Peloggia (2005) afirma que tais feições são típicas do relevo tecnogênico urbano em geral, de acordo com as características particulares de cada ambiente e com os processos que ocorrem. Portanto, as cidades são ajustadas ao relevo e o relevo é também ajustado às necessidades da construção da cidade (AHNERT, 1998).

Existem discussões acerca da intensidade das modificações antropogênicas sobre a natureza, alguns autores não colocam o homem como agente modificador de grande magnitude, se comparado aos processos endógenos e exógenos. Assim, não consideram o período do Quinário e a época do Tecnógeno, estes relacionados à deposição dos materiais artificiais e à intervenção nos processos geomorfológicos naturais, válidos como novos período e época do tempo geológico (pós-Quaternário e pós-Holoceno). Todavia, o que se vê é que as ações geológico-geomorfológicas locais antropogênicas, têm demonstrado consequências globais de grandes magnitudes, assim sendo, o fato de que o homem altera a camada mais superficial do planeta, que são as formas de relevo, bem como os demais elementos do meio físico que tenha alcance, é um fato posto e tem desencadeado uma série de transformações, em efeito cascata, sobre o sistema ambiental físico e sobre a própria sociedade.

4.2.2 Riscos geológico-geomorfológicos urbanos

O risco geológico-geomorfológico é tido como uma situação de perigo, perda ou dano, ao homem e a suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de determinado processo geológico-geomorfológico, induzido ou não. Oliveira *et al.* (2005) define risco geológico como sendo situações em que se conjugam a possibilidade (ou probabilidade) de ocorrência de fenômenos destrutivos e a consequente geração de circunstâncias de perigo. Já Nonato (2006) considera risco geológico o risco relacionado à forma de ocupação do homem sobre o terreno, seja em vertentes ou em planícies.

Cerri e Amaral (1998) trazem alguns conceitos relacionados a riscos, como “acidente”, “evento” e “susceptibilidade”. A ocorrência de um fenômeno geológico pode ou não gerar perdas e danos. No primeiro caso, ele é chamado de acidente e, no segundo, de evento. A susceptibilidade de uma área com relação a determinado fenômeno geológico caracteriza a

possibilidade da ocorrência de eventos geológico-geomorfológicos de forma natural, não envolvendo intervenções antrópicas nem danos e perdas de vidas e bens, enquanto que as áreas em vulnerabilidade e as áreas de risco envolvem a possibilidade de que o acidente seja acompanhado de danos e perdas, havendo intervenções antrópicas em tais áreas que podem gerar ou acelerar tais acidentes.

Lacerda *et al.* (2005) elabora um inventário com os principais acidentes geológicos relacionados aos processos exógenos, que são: erosão acelerada; assoreamento; inundações e alagamentos. A erosão acelerada aparece, geralmente, representada pelos sulcos (até 50 cm de profundidade), ravinas (acima de 50 cm sem atingir lençol freático) e voçorocas (incisão que atinge o lençol freático), sendo um acidente de gravidade considerável, pois pode causar danos às estruturas urbanas, como por exemplo, às vias públicas.

O assoreamento dos rios é um acidente de menor magnitude, todavia, quando unido a um sistema de drenagem pluvial precário, pode ocasionar inundações e alagamentos, estes últimos podem provocar grandes perdas e danos materiais ou de vidas humanas. As inundações ocorrem ao longo da área de inundação do canal fluvial, onde, muitas vezes, são instaladas moradias ribeirinhas. Os alagamentos são caracterizados pela invasão das moradias e outros edifícios pelas águas de escoamento em superfícies com alta impermeabilização.

Além destes acidentes geológico-geomorfológicos colocados por Lacerda *et al.* (2005), adiciona-se mais um importante processo geológico cujo evento pode causar graves acidentes – o movimento de massa. Segundo Press *et al.* (2006), os geólogos classificam os movimentos de massa de acordo com três características: 1) natureza do material, se é rocha ou material inconsolidado; 2) velocidade do movimento, lento ou rápido; e 3) natureza do movimento, se desliza ou flui etc. (Figura 2).

Fernandes e Amaral (1996) ressaltam que o Brasil, por suas condições climáticas e grandes extensões de maciços montanhosos, está sujeito aos desastres associados aos movimentos de massa nas encostas. Além da frequência elevada daqueles de origem natural, ocorre no país, também, um grande número de acidentes induzidos pela ação antropogênica, devido aos cortes das vertentes para implantação de moradias ou estradas, atividades de pedreiras, deposição de resíduos e águas servidas.

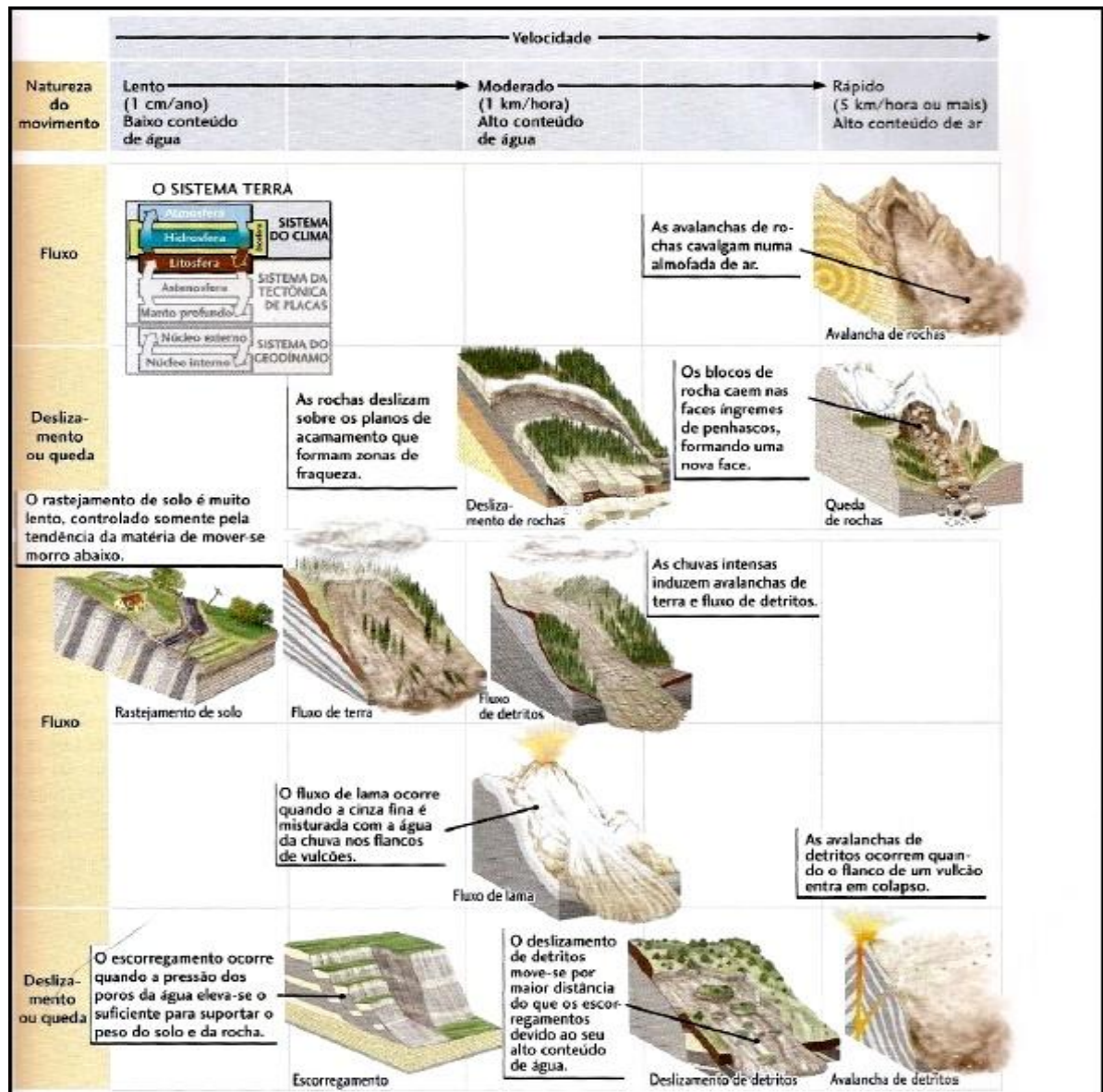


Figura 2 - Tipos de movimentos de massa.
Fonte: Press *et al.* (2006).

Os movimentos de rocha incluem queda, deslizamento e avalanche, desde blocos até grandes massas do substrato. Geralmente, os movimentos de massa inconsolidada são mais lentos que a maioria dos movimentos de rocha, em grande parte porque os declives onde materiais inconsolidados se deslocam são menos acentuados. O movimento de massa inconsolidada mais lento é o rastejamento do solo, os fluxos de terra ou solo e os de detritos são movimentos de massa fluida que, em geral, se deslocam mais rápido que o rastejo, a uma velocidade de poucos quilômetros por hora, principalmente, porque têm menos resistência ao movimento (PRESS *et al.*, 2006) (Figura 2).

Com a intensificação das atividades humanas, referentes, principalmente, à urbanização, muitos processos geológicos superficiais foram afetados, estes passaram a ocorrer com mais frequência, dado que podem ser induzidos, acelerados e potencializados pelas alterações decorrentes do uso do solo (CERRI; AMARAL, 1998).

Os riscos geológico-geomorfológicos tipicamente urbanos têm certas particularidades, pois estão ligados ao enfoque tecnogênico, já que as formas de ocupação urbana e apropriação do relevo são predominantes sobre as características naturais anteriores (PELOGGIA, 1998).

As áreas urbanas são comumente caracterizadas pelas intensas e irregulares atividades industriais, crescimento populacional acelerado e não planejado, degradação ambiental, poluição, contaminação, entre outros. Associados aos problemas ambientais urbanos supracitados, desenvolvem-se os riscos geológico-geomorfológicos urbanos, que são causados pelo aceleração dos processos geológicos e geomorfológicos naturais, através da ação antropogênica no ato da urbanização sobre áreas inadequadas.

A interferência humana tem acelerado os processos naturais da evolução do relevo, seus ritmos e acentuado as suas consequências. Portanto, os riscos geológicos e geomorfológicos na cidade têm aumentado à medida que aumentam as alterações ambientais. As mudanças que perturbam os sistemas ambientais físicos ocorrem como resultado da expansão urbana e, por vezes, podem gerar desequilíbrio, uma vez que as condições naturais sofrem interferência sem planejamento prévio do que pode acontecer ao sistema, os riscos de desastres geológico-geomorfológicos e socioambientais aumentam.

Como relata Saadi (1997), o preço pago pela inobservância das mínimas regras impostas pela natureza tem sido muito caro para as populações e administrações dos centros urbanos. Além dos desastres ecológicos de vários tipos, as consequências estenderam-se muitas vezes a perdas de vidas humanas e patrimônios privados e/ou coletivos.

Na cidade, as situações que podem indicar risco são principalmente: os cortes verticais na rocha ou solo; um sistema de drenagem precário; retirada de vegetação nativa; acúmulo de lixo em local de circulação de águas superficiais; ocupação de margens de rios; construções em áreas de declividades acentuadas, entre outros. O reconhecimento da dinâmica morfológica constitui-se de grande relevância para a implementação de projetos relativos às obras viárias, exploração de recursos naturais, lazer e turismo.

4.3 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

A cartografia, de modo geral, permite conhecer e trabalhar o espaço, tendo uma visão de síntese do território que se quer estudar e oportunizando a realização de estudos em uma visão ampla e/ou em detalhe. Ela permite estudar o fenômeno particular e o contexto em que ele está inserido.

A cartografia geomorfológica terá a mesma função na representação das formas de relevo, entretanto, o mapa geomorfológico será detentor de uma complexidade bem maior que em outros mapas temáticos, pois não se tratará apenas da representação de elementos presentes no espaço, mas tratará também dos processos que ocorreram e ocorrem para a gênese e manutenção de tais formas.

O primeiro conceito de um mapa geomorfológico foi apresentado por Passarge em 1914 *apud* Florenzano (2008), na forma de um atlas morfológico. O mapeamento geomorfológico, como conhecido atualmente, teve início na Polônia, onde tem sido utilizado, desde a década de 1950, como suporte ao planejamento econômico (COOKE; DOORNKAMP, 1990). No Brasil, foi o projeto RADAMBRASIL, nos anos de 1970, que contribuiu para o desenvolvimento da cartografia geomorfológica.

Ross (2012) comenta acerca do grau de complexidade para a realização do mapeamento geomorfológico, em decorrência da dificuldade de representar uma realidade relativamente abstrata – as formas de relevo – sua dinâmica e sua gênese. Para a identificação e registro dessas formas, emergem questões como: de que maneira representá-las? O que se vai considerar como forma de relevo? Qual tratamento taxonômico será empregado?

Mesmo em meio a tantas questões acerca da dificuldade de mapear o relevo, o mapa geomorfológico é indispensável em algumas situações. Tricart (1965) apresenta este mapa como sendo a base da pesquisa em geomorfologia. Ele é, ao mesmo tempo, o instrumento que direciona a pesquisa e, quando concluído, se torna o produto da pesquisa.

Até hoje não existe, no entanto, um método unificado internacional de mapeamento geomorfológico como ocorre, por exemplo, com os mapas geológicos. Ross (2012) enfoca que a principal divergência entre as propostas de elaboração do mapa geomorfológico não está no conteúdo dos mapas, mas, o que parece mais problemático é a questão relativa à padronização da representação cartográfica. Ainda não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça aos diferentes interesses dos estudos geomorfológicos.

Florenzano (2008) menciona que não são apenas as formas de relevo que representam o objeto de estudo da geomorfologia, mas existem variáveis importantes a serem consideradas, como a morfologia, morfogênese, morfometria, morfodinâmica e morfocronologia, estas variáveis também devem ser consideradas quando se dá o mapeamento das formas.

Assim, no mapeamento geomorfológico deve conter informações com: a descrição qualitativa (morfografia) e quantitativa (morfometria); a origem e desenvolvimento das formas; a atuação dos processos atuais; e a idade das formas de relevo.

Além das questões acerca da maneira como se deve representar o relevo, Casseti (2005) expõe a problemática da escala de representação, que se constitui na premissa básica para o grau de detalhamento ou de generalização da informação. As diferentes escalas utilizadas podem induzir que tipo de metodologia pode ser mais apropriado para o mapeamento. A escala de representação permitirá definir o grau de complexidade do fenômeno observado.

Segundo Casseti (2005), com base nas recomendações da subcomissão de mapas geomorfológicos da União Geográfica Internacional (UGI), o mapa geomorfológico de detalhe, deve comportar quatro tipos de dados: morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e cronológicos.

Os dados morfométricos correspondem às informações métricas, apoiadas em cartas topográficas; os morfográficos correspondem a formas de relevo resultantes do processo evolutivo, sendo sintetizadas como formas de agração e de degradação; os morfogenéticos referem-se aos processos responsáveis pela elaboração das formas representadas; e os cronológicos correspondem ao período de formação ou elaboração de formas ou feições.

A metodologia de mapeamento geomorfológico do Ross (1992), que foi a que fundamentou o mapeamento geomorfológico do presente trabalho, tem como base a ordenação dos fenômenos mapeados, segundo uma taxonomia que deve estar aferida a uma determinada escala.

Contabilizando, no total, seis táxons que são determinados pelas unidades morfoestruturais, determinadas pela geologia; morfoesculturais, que são as grandes formas de relevo; os padrões de formas semelhantes de relevo; os tipos de formas de relevo individualizadas; os tipos de vertentes, podendo ser côncavas, convexas e/ou retilíneas; e as formas de relevo resultantes de processos atuais naturais e antropogênicos.

Para a determinação da morfoestrutura se utiliza das informações geológicas da área, pois apesar do intuito principal ser o mapeamento das formas de relevo, a geomorfologia estabelece relações com outros campos das ciências da Terra cujos objetos de estudo influem diretamente na morfogênese do relevo.

Concordando com Guerra e Cunha (2007), a caracterização dos domínios morfoestruturais está ligada à questão geradora dos fatos geomorfológicos derivados dos grandes aspectos geotectônicos, e, eventualmente, da predominância de uma litologia bem definida. Esses fatores, em conjunto, geram arranjos regionais de relevo, com formas variadas, mas que guardam relações causais entre si. Assim, os conhecimentos geológicos são amplamente utilizados nos mapas geomorfológicos.

.

5 ÁREA DE ESTUDO

5.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

5.1.1 Localização

O município de João Pessoa está localizado na porção centro-sul do litoral do estado da Paraíba, fazendo limites com os municípios de Cabedelo ao norte, Conde ao sul, Bayeux e Santa Rita a oeste, e com o Oceano Atlântico a leste (Figura 3). Ele se encontra na Mesorregião da Zona da Mata Paraibana e Microrregião de João Pessoa, tendo área total, segundo Brasil (2010), de 211,47 km².

O espaço territorial do município tem a sua malha urbana dispersa sobre áreas de bacias hidrográficas, a exemplo do rio Gramame, ao sul, dos rios Paraíba/Sanhauá, a oeste, e na sua porção central da bacia do rio Jaguaribe/Timbó, que são intraurbanas, além das bacias secundárias, como as dos rios Cuiá, Jacarapé, Aratu e Cabelo. Predomina o clima tropical úmido.

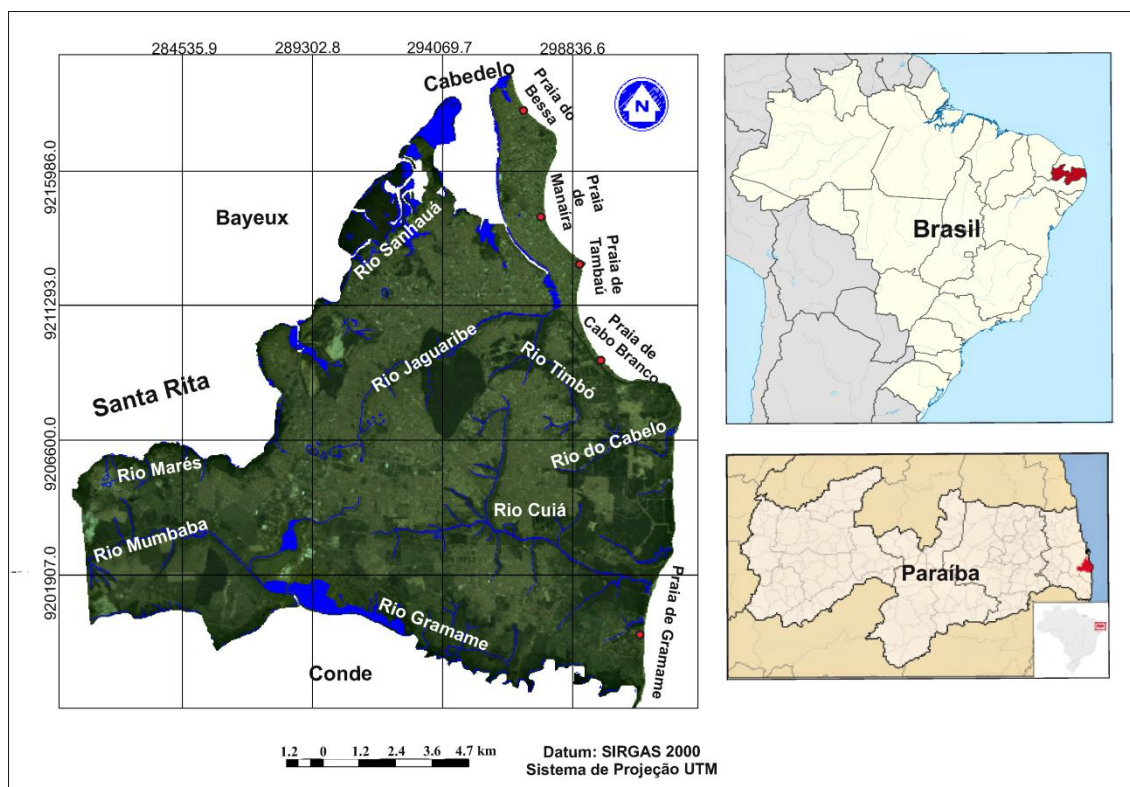


Figura 3 - Localização do município de João Pessoa.

Fonte: Google Earth (2015) e Google Maps.

Disponível em <<https://maps.google.com/maps?output=classic&dg=brw>>. Acesso em 01 fev. 2015.

5.1.2 Caracterização geológico-geomorfológica

Conforme Brasil (2002), o substrato geológico paraibano é formado predominantemente por rochas pré-cambrianas, as quais ocupam mais de 80% do seu território, sendo complementado por bacias sedimentares, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias.

A localização do município de João Pessoa se dá, em maior parte, sobre a unidade litoestratigráfica denominada de Formação Barreiras – sedimentos arenoargilosos mal consolidados, que repousam de forma discordante, respectivamente de oeste para leste, sobre o embasamento cristalino pré-cambriano e sobre os sedimentos da Bacia Sedimentar Marginal da Paraíba (FURRIER *et al.*, 2006).

A Bacia da Paraíba é demarcada pelo Lineamento Pernambuco, ao sul, e pela Falha de Pirpirituba ao norte (MABESOONE; ALHEIROS, 1991), esta é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas, reunidas sob a denominação de Grupo Paraíba, que, por sua vez, é subdividido em três formações: a Beberibe, a Gramame e a Maria Farinha (BRASIL, 2002). Capeando o Grupo Paraíba, porém não fazendo parte dele, está a Formação Barreiras, que é uma unidade litoestratigráfica de idade miocênica, que se encontra localizada em faixa que vai desde o estado do Amapá até o norte do Rio de Janeiro (ARAI, 2006).

Apesar de o município de João Pessoa apresentar a Formação Barreiras como unidade geológica de maior exposição em sua extensão geográfica, cobrindo 136,57 km² de sua área ou 67%, pode-se destacar que as demais unidades do grupo Paraíba também afloram em trechos de menor extensão, exceto a Formação Maria Farinha (Tabela 2 e Figura 4).

Tabela 2 - Unidades geológicas em km² e % do município de João Pessoa.

Classes	Área em km ²	Área em %
Aluviões e sedimentos de praia	71,79	32
Formação Barreiras	136,57	67
Formação Gramame	1,89	0,9
Formação Beberibe	1,22	0,1
Total	211,47	100

Fonte: Elaboração Própria.

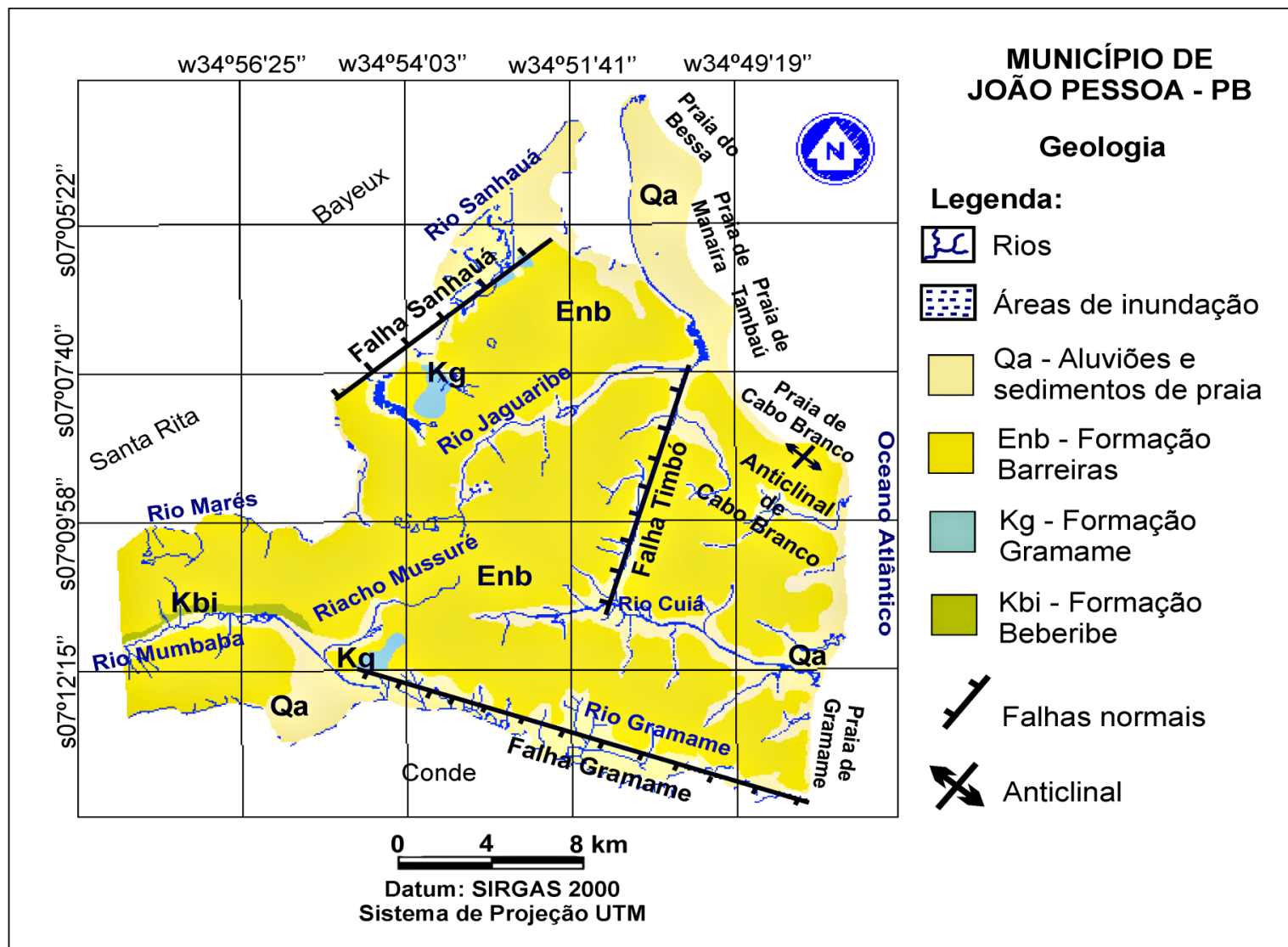


Figura 4 - Mapa geológico de João Pessoa.
Fonte: Adaptado de Brasil (2002).

Segundo Araújo (2012), os principais afloramentos da Formação Gramame, no município de João Pessoa, se encontram nas proximidades dos vales dos rios Gramame e Sanhauá. E os afloramentos da Formação Beberibe se encontram no vale do rio Mumbaba, porção de maiores altitudes no município (Figura 4).

Investigada por diversos autores (BEZERRA, 2011; ANDRADES FILHO, 2010; FURRIER *et al.*, 2006; LIMA, 2000), a área correspondente à porção oriental do Nordeste brasileiro, incluindo a Bacia da Paraíba, pode estar sendo moldada por eventos tectônicos recentes, desmistificando a existência da neutralidade da ação estrutural sobre as formas de relevo do Brasil, país de margem continental passiva.

Bezerra (2011) afirma que há evidências de que existem deformações na Formação Barreiras e que estas têm influenciado em sua deposição e na de unidades quaternárias, afetando a morfologia atual das bacias da margem continental. Ou seja, as configurações do relevo atual estariam intimamente ligadas à ação morfoestrutural e morfotectônica. Um forte indício que pode comprovar esta afirmativa é a presença da dobra anticlinal, na falésia do Cabo Branco, e das assimetrias e inflexões dos rios, sendo a inflexão mais evidente a do rio Cuiá (Figura 5).

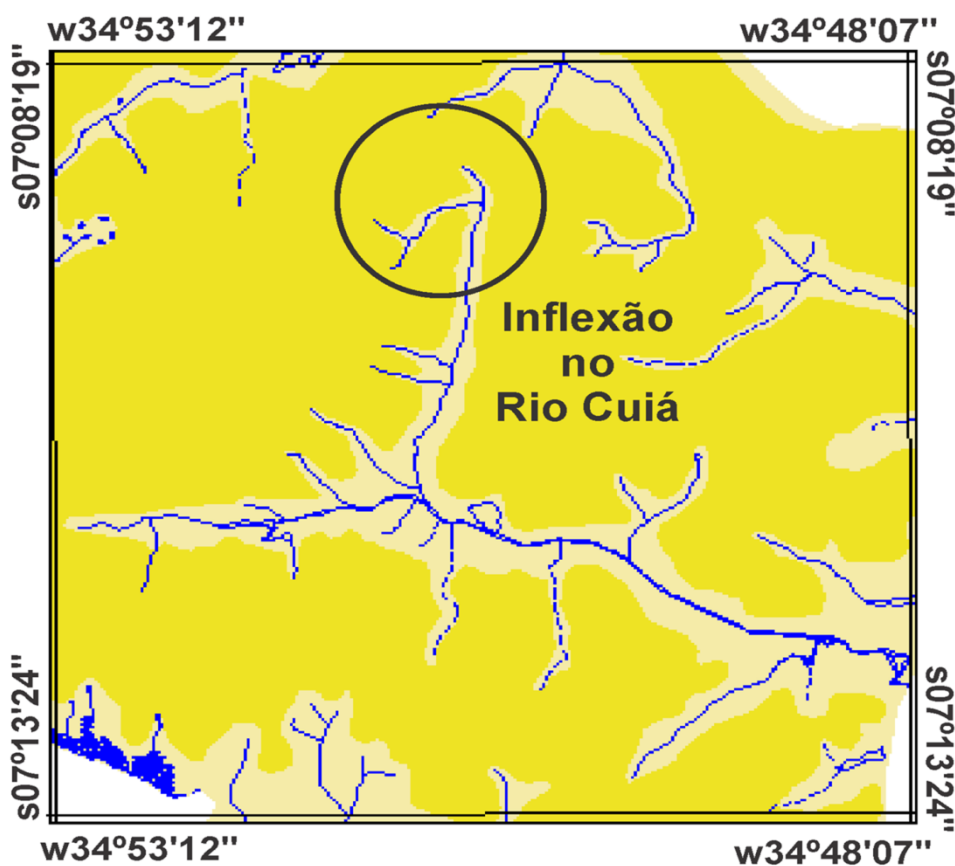


Figura 5 - Trecho do mapa geológico de João Pessoa indicando forte inflexão no Rio Cuiá.
Fonte: Brasil (2002).

Segundo Silva e Machado (2009), a dobra anticlinal é aquela em que as camadas mais antigas estão posicionadas no núcleo, apresentando as camadas rochosas dobradas em sentido convexo à superfície. A dobra anticlinal que aflora na falésia do Cabo Branco, nas proximidades da confluência das coordenadas 9209.750 mN e 300.895 mE, tem a proporção de 93 metros de comprimento, sendo medida a partir da base do arco inferior do afloramento da dobra, e altura de cerca de 15 metros (Figura 6).



Figura 6 - Anticlinal localizada na falésia do Cabo Branco. Em tracejado, as camadas dobradas, sendo um arco inferior e outro superior.

Fonte: Elaboração própria (2013).

A referida dobra deforma as rochas sedimentares da Formação Barreiras. Em relação à idade desta Formação, devido pobreza fossilífera, existem divergências, a qual tem sido atribuída ao intervalo de tempo que varia do Mioceno até o Plioceno, correspondendo, portanto, ao período Neógeno, que pode ser de 23.3 Ma até cerca de 2.5 Ma.

Quanto à geomorfologia, as principais unidades geomorfológicas da área são os Baixos Planaltos Costeiros e a Baixada Litorânea. Os Baixos Planaltos Costeiros são superfícies tabulares que acompanham todo o litoral do Nordeste do Brasil, em extensão

estimada de 8,42 milhões de hectares, eles estão esculpidos em grande parte sobre os sedimentos mal consolidados da Formação Barreiras, apresentando como características uma topografia plana a suavemente ondulada, material sedimentar mal consolidado e de baixa altitude, com declividade média inferior a 10% (EMBRAPA, 1994). Eles recobrem a maior parte do município (79% da área) com superfícies planas ou suavemente onduladas, desta área, 6% apresentam topos semi-convexos que se restringem à região onde se localiza o Distrito Industrial (anexo A) e parte do Bairro das Indústrias.

A Baixada Litorânea é, comumente, área de acumulação ou deposição de sedimentos. Ela é composta pelas planícies fluviais, marinhas e intermareais, terraços e rampas de colúvio compõem as regiões adjacentes aos rios, praias e suas retaguardas, e representa 21% da área de estudo.

5.1.3 Caracterização do clima e aspectos morfoclimáticos da área

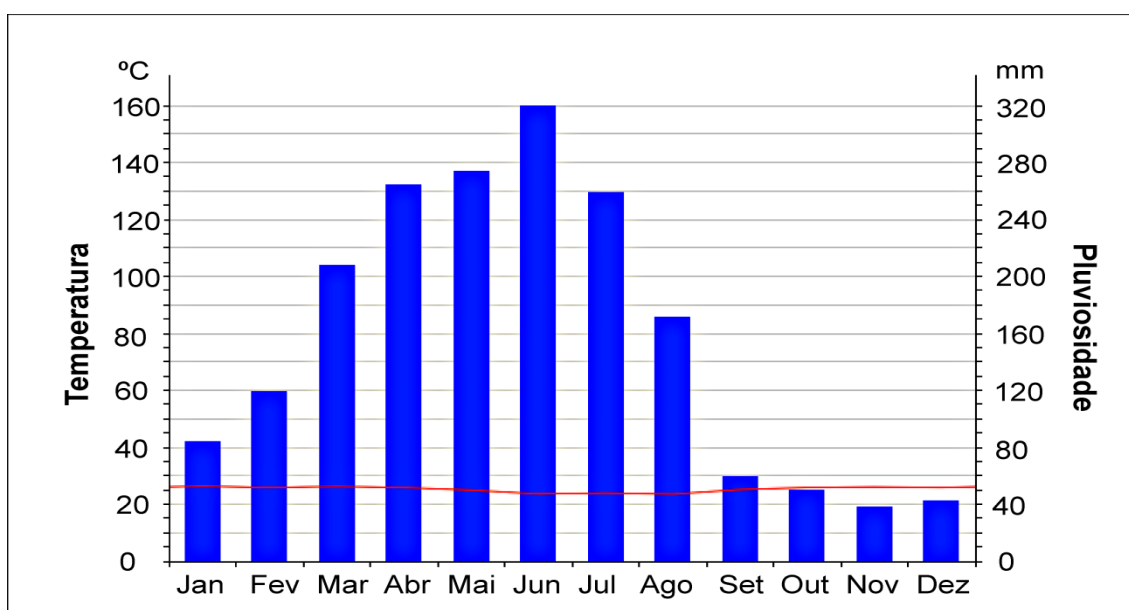
Oliveira *et al.* (2009) afirmam que o clima de uma região pode ser definido como o produto da integração das condições atmosféricas ao longo do ano, correspondendo ao padrão anual das condições meteorológicas. Na escala do globo, o fator que mais influencia o clima é a latitude, pela distribuição da insolação. Nas latitudes tropicais, como na área onde está o município de João Pessoa, a diferença entre a quantidade de energia solar que chega à superfície no inverno e no verão é pequena, o que provoca pouca variação de temperatura no ano (Gráfico 1).

Corroborando com a classificação climática de Köppen fundamentada, principalmente, nos fatores de temperatura e distribuição sazonal da precipitação, o município de João Pessoa encontra-se sob o domínio do clima Tropical Chuvoso, com estação seca de verão (As'). A ausência de períodos frios (temperatura < 18°C) e ventos predominantes de sudeste (quadrante 160°) são outras características marcantes desse tipo de clima (FURRIER, 2007).

Ainda segundo Furrier (2007), a área de estudo apresenta grande homogeneidade sazonal e espacial de temperatura, apresentando-se elevada, praticamente, o ano todo, com média anual de 25,6°C (Gráfico 1). Diferentemente da temperatura, que se caracteriza por uma baixa amplitude térmica ao longo do ano, o regime pluviométrico é marcado por certa heterogeneidade de distribuição entre as estações do ano. O período mais chuvoso ocorre de março a junho, podendo estender-se até julho, enquanto o período mais seco ocorre de

setembro a dezembro (Gráfico 1). A pluviosidade média anual varia entre 1400 e 1800 mm por ano.

Gráfico 1 - Climograma do município de João Pessoa.



Fonte: Modificado de <http://pt.climate-data.org/> Acessado em 16 de agosto de 2015.

O clima, o relevo e os demais elementos do meio físico estão intimamente relacionados. Os fenômenos exógenos são responsáveis por boa parte dos processos formadores de relevo. As atuações dos diferentes tipos de climas sobre uma dada área podem resultar em distintas formações topográficas e tipos de solos. No clima quente e úmido predomina o intemperismo químico, que favorece a formação de solos mais profundos, principalmente, quando se tem um relevo tabular, como é o caso da área em que se situa o município de João Pessoa, e o processo de infiltração predomina sobre o de escoamento, entretanto, nas áreas impermeabilizadas, que são as tomadas pela urbanização, o índice de escoamento pode sobrepor o de infiltração, mesmo com relevo plano.

Nesse caso, as áreas que possuem maior declividade dentro do município de João Pessoa, que são compostas de materiais sedimentares e solos espessos, sofrem a ação do intemperismo químico e a erosão do solo, causada pela ação climática que aumenta o risco da ocorrência de movimentos de massa, inclusive em relevos antropogênicos como as vertentes resultantes de cortes de estrada, avenidas e ruas. Assim, as águas pluviais são, direta ou indiretamente, fortes agentes esculpidores do relevo. A abundância das chuvas e a impermeabilização causam também a rápida elevação do nível da água dos rios nos períodos

de chuvas intensas, ocupando e/ou ultrapassando a planície de inundação destes, que, na maioria das vezes, se encontra margeada por habitações das populações ribeirinhas, ocasionando outro risco geológico-geomorfológico – as enchentes.

Dessa maneira, fica claro o forte papel que os fenômenos climáticos têm na formação do relevo, que, em João Pessoa, se mostra com maior expressão através do intemperismo e erosão, resultantes dos processos de escoamento e/ou infiltração das águas pluviais. Segundo Guerra (2007), existem fatores controladores da erosão, que interagem entre si e assim podem tornar algumas áreas mais susceptíveis à erosão que outras. Estes fatores são: as chuvas, sua intensidade e distribuição no tempo e no espaço; as propriedades do solo, como por exemplo, a sua porosidade; a cobertura vegetal; e as características da vertente.

Apesar de o clima ser um forte elemento esculpido do relevo nas zonas tropicais quentes úmidas e, conseqüentemente, na área de estudo, ele não é o único a delinear as formas existentes na área. Pois além das forças endógenas, que também contribuíram essencialmente para o estabelecimento da topografia do município de João Pessoa, a intervenção humana, através da urbanização a tem modificado de maneira expressiva.

5.1.4 Solo

O solo é formado por um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação. Seu limite superior é a superfície terrestre e seu limite inferior é aquele em que os processos pedogenéticos cessam (PALMIERI; LARACH, 2011).

Ainda segundo Palmieri e Larach (2011), os processos de formação de solo consistem em um conjunto de eventos que diretamente afetam e expressam seus efeitos, através de características presentes nos horizontes do solo. Dentre os principais processos, podem-se citar:

- a) Latolização: domina a perda de sílica e de bases do *solum* e enriquecimento relativo de oxidróxidos de ferro e hidróxido de alumínio;
- b) Podzolização: domina a translocação da matéria orgânica e/ou óxidos de ferro e alumínio do horizonte A para o horizonte B;

- c) Calcificação: domina a translocação e acumulação de carbonato de cálcio de um horizonte para outro;
- d) Salinização: consiste na translocação e acumulação de sais solúveis de cloretos e sulfatos de cálcio, magnésio, sódio e potássio de um horizonte para outro;
- e) Gleização: domina a transformação (redução) de ferro em solos hidromórficos.

Devido à escala de detalhe utilizada nesta pesquisa, não há disposição de muitos dados que classifiquem de maneira pormenorizada os tipos de solos ocorrentes na área de estudo. Por essa razão, a caracterização pedológica da área foi baseada na interpretação do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Os solos dos Baixos Planaltos Costeiros e, por conseguinte, do município de João Pessoa são profundos e de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2005), isto se deve, entre outros fatores, ao clima e ao tipo de relevo da área, como descrito anteriormente no tópico relacionado ao clima e aos aspectos morfoclimáticos do município de João Pessoa.

Como a escala do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) é de 1:500.000, a classificação dos solos da área foi generalizada, compondo principalmente os solos: Areias Quartzozas Marinhas Distróficas; Latosol Vermelho-Amarelo; Solos Aluviais; Podzólico Vermelho Amarelo; e Solos Indiscriminados de Mangue. As nomenclaturas dos solos do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004), colocadas no parágrafo acima, não obedeceram às alterações anteriormente publicadas referente ao novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), que converteram as antigas classificações em novas nomenclaturas, conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Nomenclaturas utilizadas no Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) e suas modificações segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999).

CLASSIFICAÇÃO ANTIGA	CLASSIFICAÇÃO NOVA
Areias Quartzozas Marinhas Distróficas	Neossolos Quatzarênicos
Solos Aluviais	Neossolos Flúvicos
Solos Indiscriminados de Mangue	Solos Indiscriminados de Mangue
Podzólico Vermelho Amarelo	Argissolo Vermelho-Amarelo
Latosol Vermelho-Amarelo	Latossolo Vermelho-Amarelo

Fonte: Elaboração própria.

As definições para esses solos, de acordo com a Embrapa (1999), são as seguintes:

- Neossolos Quatzarênicos: solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo);
- Neossolos Flúvicos: Solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superiores a 150 cm;
- Solos Indiscriminados de Mangue: são predominantemente halomórficos, indiscriminados, alagados, que se distribuem nos estuários, avançando para o interior do continente até cessar a influência das marés;
- Argissolo Vermelho-Amarelo: Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. Possui cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas;
- Latossolo Vermelho-Amarelo: Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Possui cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas.

5.1.5 Vegetação

A cidade de João Pessoa foi construída sobre os domínios de vegetação da Floresta litorânea que existia em todo o litoral do Brasil, mas, que hoje se encontram apenas os resquícios da mesma em formas de reservas isoladas. Segundo o Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica de João Pessoa (2012), esta floresta é componente do Bioma Mata Atlântica.

Conforme dados da Agenda 21, publicados pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil (BRASIL, 2004), entende-se como Bioma Mata Atlântica o conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que incluem a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta

Estacional Decidual, os manguezais, as restingas, os campos de altitude, as ilhas litorâneas e os brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Dentre os tipos de vegetação encontrados no referido Bioma, o município de João Pessoa abarca principalmente a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e os manguezais.

Antes conhecida como Floresta Pluvial Tropical, a Floresta Ombrófila Densa localiza-se em áreas que têm como principais características as altas temperaturas e o alto índice de precipitação bem distribuído durante o ano, praticamente sem períodos de seca. As folhas das árvores são geralmente largas e estão sempre verdes. Brasil (1992) define a Floresta Ombrófila Densa como sendo uma formação que ocupa, em geral, as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros da Formação Barreiras. É caracterizada pela exuberância de suas árvores e abundância em espécies.

Atualmente, a Mata Atlântica, tanto em escala nacional como na local, se encontra bastante reduzida em relação à extensão que ocupava originalmente. No município de João Pessoa, existem duas grandes áreas de reserva natural deste tipo de vegetação, a primeira, no bairro central do Roger, é denominada de Parque Arruda Câmara, que na verdade é uma área que funciona como jardim zoológico e reserva florestal. O parque possui exemplares da fauna e flora brasileiras e estrangeiras, além de ter a função de preservação da mata, é também espaço de lazer.

A Mata do Buraquinho constitui a segunda área de reserva da Mata Atlântica, e parte dela também foi convertida à área de lazer, que é o Jardim Botânico Benjamim Maranhão. As áreas de preservação são cercadas e monitoradas com intuito de proteção contra depredação, no entanto, por se localizarem em área urbanizada, ainda podem ser vistos certos pontos em que ocorre a degradação da mata.

Os manguezais são formações vegetais consideradas de preservação permanente encontradas em áreas de estuários, onde existe a influência do mar e do rio. Brasil (1992) conceitua o Manguezal como uma comunidade microfanerófitica de ambiente salobro situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do município de João Pessoa (SEMAM –JP), as principais espécies de manguezal que ocorrem no município de João Pessoa são a *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Avicennia schaueriana* (mangue-manso), *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), e *Conocarpus erecta* (mangue-de-botão). Os

principais pontos remanescentes prioritários de Manguezais presentes estão localizados nos rios Paraíba – Sanhauá; Gramame; Cuiá; Mandacaru; e Jaguaribe/Bessa. Pereira Filho e Alves (1999) alegam que o manguezal desempenha diversas funções naturais de grande importância ecológica e econômica, dentre as quais se destacam as seguintes:

- Proteção da linha de costa – a vegetação desempenha a função de uma barreira, atuando contra a ação erosiva das ondas e marés, assim como em relação aos ventos.
- Retenção de sedimentos carregados pelos rios em virtude do baixo hidrodinamismo das áreas de manguezais, as partículas carregadas precipitam-se e somam-se ao substrato. Tal sedimentação possibilita a ocupação e a propagação da vegetação.
- Ação depuradora - o ecossistema funciona como um filtro biológico em que bactérias aeróbias e anaeróbias trabalham a matéria orgânica e a lama promove a fixação e a inertização de partículas contaminantes, como os metais pesados.
- Área de concentração de nutrientes – recebem águas ricas em nutrientes oriundos dos rios, principalmente, e do mar. Aliado a este favorecimento de localização, a vegetação apresenta uma produtividade elevada, sendo considerada como a principal fonte de carbono do ecossistema. Por isso mesmo, as áreas de manguezais são ricas em nutrientes.
- Renovação da biomassa costeira - como áreas de águas calmas, rasas e ricas em alimento, os manguezais apresentam condições ideais para reprodução e desenvolvimento de formas jovens de várias espécies. Funcionam, portanto, como verdadeiros berçários naturais.
- Áreas de alimentação, abrigo, nidificação e repouso de aves – as espécies que ocorrem neste ambiente podem ser endêmicas, estreitamente ligadas ao sistema, visitantes e migratórias, e os manguezais atuam como importantes mantenedores da diversidade biológica.

Devido a esta importância, o manguezal é considerado área de preservação permanente, conforme assinala Resolução do CONAMA n° 303/02 – que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente:

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

IX – manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina.

Apesar da legislação vigente de proteção ao sistema de manguezal, também existem pontos em que os mesmos sofrem degradação, principalmente, por força da urbanização. No bojo do estuário do Paraíba, por exemplo, o manguezal é intensamente modificado, degradado ou destruído por edificações, aterros, abertura de vias e pelo despejo de dejetos de origem doméstica (esgotos domésticos) e industrial.

5.2 BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA – A URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

Umas das cidades mais antigas do Brasil, João Pessoa, na época chamada de Filipéia de Nossa Senhora das Neves, foi fundada em 1585, nas proximidades do rio Sanhauá, mais precisamente nas encostas das vertentes deste rio, subindo em direção aos tabuleiros costeiros na sua região central. Por este motivo, as primeiras e principais moradias, prédios públicos e comerciais da capital paraibana foram construídos no entorno desta área. As chamadas “cidade alta” e “cidade baixa”, separadas, provavelmente, pela falha geológica do Sanhauá foram pouco a pouco sendo exploradas e ocupadas.

Como as demais cidades estruturadas no período colonial, João Pessoa foi construída no topo de tabuleiros costeiros, sendo cortada por vales de rios que adicionou ao seu sítio planícies e vertentes, sendo estas, também, alvos da ocupação e da urbanização. A cidade de João Pessoa teve inicialmente e propositalmente suas construções com vistas e acesso fácil para o rio Sanhauá, porta de entrada e saída da cidade, com o objetivo principal da defesa da costa e o controle político e social local. O rio Sanhauá foi assim utilizado graças à amplitude de seu canal que facilitava a entrada das embarcações, apesar de conter bancos de areia em seu interior.

Como relata Mendonça e Gonçalves (2010), o traçado original de ocupação da capital paraibana desde o período colonial até meados do século XX, correspondeu à área citada anteriormente, o eixo de crescimento da cidade, posteriormente, seguiu da área central/fluvial para a faixa litorânea. Sendo a faixa litorânea e a zona sul ocupadas somente depois de 1855, e a zona sudoeste pouco ocupada até os dias de hoje. Esta zona corresponde às áreas de maior altitude e rios mais encaixados do município de João Pessoa, que devido às características contidas nela, é considerada ainda atualmente, zona rural.

Até 1910, a cidade de João Pessoa não apresentava grande crescimento em sua extensão territorial, sua urbanização só se dá de forma mais enérgica pós 1930. A dolina de

subsidência lenta, que se encontra hoje no centro da cidade, foi, nesse período, considerada barreira contra a expansão da cidade em direção ao leste.

Devido a sua bacia radial centrípeta com contas altimétricas descendentes em direção ao centro da bacia, a dolina faz convergir o escoamento das águas pluviais em sua direção, ajuntando água no seu centro, como uma lagoa cujas águas podem elevar o nível conforme a intensidade e volume das chuvas e do escoamento das águas pluviais em sua direção. Assim, a expansão da área urbana do município de João Pessoa foi possível somente após a urbanização da dolina, chamada popularmente de Lagoa.

Entre o final dos anos de 1910 e dos anos de 1920 a 1950, foi fundado o Parque Sólton de Lucena e a lagoa foi urbanizada, bem como o Parque Arruda Câmara, o Ponto Cem Réis e várias praças, ocupando extensa parte da cidade alta e do atual centro histórico. Foram realizados, também, melhoramentos no esgotamento sanitário e a ampliação dos serviços de saúde pública e o transporte coletivo passou a ser feito por lotações de massa. Houve melhoria ainda no sistema de distribuição de energia elétrica e a construção de uma adutora – a adutora das Marés – regularizando a distribuição de água na cidade (KOURY, 2005).

Segundo Lavieri e Lavieri (1999), em todo o país, já na década de 1920, ocorreu um forte processo de urbanização marcado por manifestações políticas de nacionalismo econômico, em que as massas urbanas tiveram uma participação mais ampla, porém, em nível local, no município de João Pessoa, a urbanização só começou a ser difundida expressivamente após a abertura da Avenida Eptácio Pessoa, que foi a porta de entrada em direção à ocupação das planícies e terraços marinhos da zona litorânea, assim como às áreas adjacentes a elas, que são as áreas de menores cotas altimétricas, compondo a Baixada Litorânea. Assim, a ocupação do município se inicia nas margens do Sanhauá, sobe para os topos dos tabuleiros, e logo após, desce às planícies e terraços marinhos e regiões costeiras, modificando a topografia original e os processos geomorfológicos existentes.

A Avenida Eptácio Pessoa foi aberta no ano de 1933, e assim realizou-se a incorporação urbana das faixas litorâneas dos bairros de Cabo Branco e Tambaú. Conforme Maia (2000), a expansão da cidade de João Pessoa para a direção Leste já era bem considerável entre os anos de 1940 e 1950, no entanto, a cidade ainda adquiria certas características rurais.

Em 1960, a cidade passa a receber maiores recursos federais e começam a ocorrer intervenções públicas, marcando um momento importante de estruturação urbana da cidade,

com a implantação do Campus da Universidade Federal da Paraíba, que foi instalado no bairro do Castelo Branco, em um divisor de águas, entre os rios Jaguaribe e Timbó; a instalação do anel viário, responsável pela formação de algumas das vertentes antropogênicas presentes por cortes de estrada; do Distrito Industrial e dos conjuntos habitacionais que favoreceram a expansão em direção ao sul e sudeste do município, principalmente, por parte da população de renda média e média-baixa, em direção aos tabuleiros e vertentes da bacia do rio Cuiá.

Já no eixo de ligação com as praias, em especial na Avenida Eptácio Pessoa, e os bairros situados na zona litorânea, foram estabelecidas unidades habitacionais destinadas à população de renda mais elevada, o que contribuiu para a valorização destes bairros e para iniciar o processo de ocupação de caráter permanente da orla marítima.

Conforme Lavieri e Lavieri (1999), com o incentivo do governo militar a partir de 1964, a construção de conjuntos habitacionais aumentou. Assim, em 1969, teve início a ocupação habitacional em direção a sudeste, quando foi construído o conjunto Castelo Branco, o maior até então construído na cidade.

Em 1969, o governador João Agripino promoveu a construção de um hotel no pontal da praia de Tambaú, uma das principais interferências antropogênicas na planície marinha do município de João Pessoa, que alterou substancialmente os processos geológico-geomorfológicos locais.

O pontal recebeu arrojada edificação projetada pelo arquiteto Sérgio Bernardes, conforme Coutinho (2004), sem levar em conta qualquer tipo de impacto ao meio ambiente. No decorrer dos anos, o hotel se transformou em cartão postal da cidade e marcou o início das atividades turísticas no estado da Paraíba.

Nos anos de 1970, a cidade de João Pessoa tem atingido de forma significativa a faixa litorânea, inclusive, rompe os limites rurais e naturais, engolindo sítios e fazendas e ocupando vales de rios e manguezais, graças à política habitacional implantada na época pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) e, com isso, o crescimento expressivo do índice de construções. Em 1980, 98,98% da população de João Pessoa já era considerada urbana (MAIA, 2000).

A Avenida Eptácio Pessoa, nos anos 1970 e, principalmente, durante os anos de 1980, foi deixando de ser progressivamente uma avenida onde a população de maior poder aquisitivo ostentava as suas mansões, transformando-se em uma avenida comercial,

administrativa e de serviços em quase toda a sua extensão até a orla. A própria orla, entre os bairros de Tambaú e Manaíra, principalmente, passou a se compor de um misto de prédios comerciais e residenciais, reconfigurando os bairros (KOURY, 2005).

Na parte litorânea norte do município, onde o bairro de Manaíra se constituiu, alguns outros bairros, que hoje são considerados bairros nobres, foram se instalando, como é o caso dos bairros do Bessa, Aeroclube e Jardim Oceania, ambos construídos sobre os cordões litorâneos que correspondem à restinga. A acelerada expansão da malha urbana do município veio acompanhada pela estratificação social do uso da terra da cidade.

Atualmente, o município de João Pessoa é tido como quase que completamente urbanizado, restando poucas áreas rurais, que correspondem àquelas áreas destinadas à expansão dos limites da área urbana, às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como à proteção dos mananciais de água de Marés-Mumbaba e Gramame (PMJP, 2009).

A área rural se concentra nas zonas sul e sudoeste onde estão localizados os bairros de Gramame, Mussuré e Mumbaba (anexo A), e na zona leste-sudeste encontra-se um bairro que também possui poucos elementos de urbanização, que é o bairro Costa do Sol, onde se localizam as praias menos urbanizadas do município, que são as praias de Jacarapé e do Sol.

O processo de urbanização do município de João Pessoa também trouxe alguns problemas urbanos, um deles foi que, em paralelo à construção de grandes bairros residenciais e comerciais, assim como a ocupação de alto nível da orla marítima, acontecia o processo de empobrecimento urbano com a ocupação das regiões de risco situadas junto às encostas e vales de rios, onde é confinada a população de mais baixa renda.

Dessa forma, concordando com Souza (2014), compreende-se que a expansão urbana da cidade e a implantação dos seus equipamentos modificaram as estruturas das áreas mais favorecidas e menos favorecidas, trazendo progresso à população local, como também periferação urbana de algumas áreas, acentuando os problemas sociais e ambientais da cidade, provenientes da falta de uma política adequada de planejamento urbano.

A ocupação destas áreas de risco e de zonas de interesse ambiental nos interstícios da cidade é quase que inevitável para aqueles que não podem residir em outras áreas. A segregação é, então, forçosa ou obrigatória, e se expressa na malha urbana, unidades de espaços diferenciados, coesos, tendo em comum a singularidade das condições de vida estabelecidas de forma precária.

A revisão dos caminhos que a urbanização do município de João Pessoa percorreu denota a forma com que as bases geomorfológicas assim como as geológicas foram sendo alteradas conforme a cidade foi sendo construída, criando novas formas, novas topografias, vertentes e processos geológico-geomorfológicos.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para as ciências que trabalham com diferentes aspectos do mundo real, como a geografia, a biologia, a sociologia, entre tantas outras, as técnicas exercem um importante papel no processo de produção científica, auxiliando estudantes e pesquisadores na obtenção e sistematização de informações que irão subsidiar seus argumentos, atribuindo-lhes consciência e objetividade (VENTURI, 2005). As pesquisas em geomorfologia, como em qualquer outro ramo das ciências que estudam a Terra, percorrem três principais etapas: trabalho de gabinete, trabalho de campo e trabalho de laboratório (ROSS; FIERZ, 2005).

Desta forma, a presente pesquisa percorreu as três etapas já citadas, em que foram elaborados produtos cartográficos que deram subsídio às análises, como os mapas temáticos de hipsometria e declividade, os perfis topográficos e o próprio mapa geomorfológico do município de João Pessoa. Contou-se também com a realização de trabalhos de campo para a comparação dos dados obtidos em laboratório com os dados colhidos a partir da realidade e ajustes ao mapa geomorfológico, elaborado em primeiro momento, por dados de sensoriamento remoto, que depois foram conferidos em campo.

6.1 CONFEÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS DE HIPSONETRIA E DECLIVIDADE

O procedimento inicial consistiu no agrupamento de quatro cartas topográficas de escala 1:25.000 e equidistância das curvas de nível de 10 m, que abarcam toda a área do município de João Pessoa, que são as folhas Santa Rita, João Pessoa, Nossa Senhora da Penha e Mata da Aldeia (BRASIL, 1974), utilizadas como base cartográfica da pesquisa, por conterem informações espaciais e topográficas com grande nível de precisão. Estas cartas topográficas foram digitalizadas, etapa que, segundo Fitz (2008), compõe um processo em que um produto como um mapa ou imagem é introduzido no computador através de um *scanner*, que fotocopia digitalmente o material por um procedimento de rasterização e, quando esta etapa é concluída, a imagem estará em formato *raster*.

Para transformar a imagem de formato *raster* para o formato vetorial foi necessária a vetorização das cartas topográficas digitalizadas. Nesse caso, foi empregado o procedimento da vetorização manual, que é aquele em que o operador tem total controle sobre o traçado estabelecido com o *mouse*, realizado em programa de extensão CAD.

Posteriormente, os produtos vetoriais foram importados em ambiente SIG, para a geração de grades regular e irregular, Modelo Digital de Elevação (MDE) e confecção de mapas temáticos de declividade, conforme classificação delimitada por Herz e De Biasi (1989), e de hipsometria, com classes de 10 em 10 metros. O SIG utilizado para a geração dos mapas foi o *software* Spring 5.2, que é um sistema de informações geográficas produzido e disponibilizado de forma gratuita no Brasil pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os procedimentos básicos para a confecção do mapa de hipsometria no Spring 5.2 após a geração de grades regulares e irregulares foram: a criação das classes de altimetria, variando de 10 em 10 metros com a atribuição de suas devidas cores, indo de 0 à 80 metros (cota mínima e cota máxima, respectivamente); o fatiamento das classes no menu MNT gerando o mapa hipsométrico; a edição matricial para suavizar os erros de atribuição de classes, segundo o valor das amostras; e a geração de *layout* no Scarta, que é uma das interfaces do Spring responsável por adicionar os elementos finais do mapa, como as coordenadas, a escala, legenda, norte etc.

As composições de cores selecionadas para representar as classes de altimetria e suas devidas nomenclaturas, segundo o sistema de cores do Spring, foram:

- 0 – 10 m: R = 0, G = 59, B = 0 (verde escuro);
- 10 – 20 m: R = 0, G = 222, B = 4 (lima);
- 20 – 30 m: R = 173, G = 255, B = 0 (verde paris);
- 30 – 40 m: R = 255, G = 160, B = 105 (salmão claro);
- 40 – 50 m: R = 242, G = 100, B = 0 (vermelho laranja);
- 50 – 60 m: R = 240, G = 83, B = 0 (vermelho laranja);
- 60 – 70 m: R = 192, G = 0, B = 0 (vermelho escuro);
- 70 – 80 m: R = 47, G = 0, B = 0 (marrom).

O processo de elaboração do mapa de declividade, no *software* Spring 5.2, consistiu em gerar, primeiramente, uma *Triangular Irregular Network* (TIN) e realizar o seu fatiamento, posteriormente, as classes de declividade foram criadas, variando de 0 a > 100% (> 45°) e atribuindo suas devidas cores. A definição das classes de declividades usadas neste trabalho foi baseada em Herz e De Biasi (1989), que amarraram essas classes a limites usados internacionalmente, bem como a trabalhos desenvolvidos por institutos de pesquisa nacionais, leis vigentes no Brasil e ao antigo Código Florestal de 1965.

Essas classes foram especificadas da seguinte forma:

- <12%: Faixa que define o limite máximo para o emprego de mecanização na agricultura;
- 12 – 30%: A Lei Federal nº 6.766/1979 limita em 30% de declividade a urbanização sem restrições;
- 30 – 47%: A Lei Federal nº 4.771/1965 (Código Florestal) limita em 47% de declividade o corte raso da vegetação;
- 47 – 100%: Nesse intervalo de declividade, o Código Florestal de 1965 proibia a derrubada de floresta sem um regime de utilização racional que vise a rendimentos permanentes; e
- 100%: É considerada, pelo Código Florestal de 1965, área de preservação permanente, apenas sendo admitida a supressão total ou parcial da vegetação com prévia autorização do Poder Público Federal, quando for necessária a execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

As composições de cores selecionadas para representar as classes de declividades e suas devidas nomenclaturas, segundo o sistema de cores do Spring, foram:

- 0 – 12 %: R = 15, G = 200, B = 15 (verde lima);
- 12 – 30 %: R = 255, G = 255, B = 0 (amarelo);
- 30 – 47 %: R = 255, G = 127, B = 0 (laranja escuro);
- 47 – 100 %: R = 255, G = 0, B = 0 (vermelho);
- > 100 %: R = 124, G = 0, B = 165 (púrpura).

6.2 ELABORAÇÃO DO MAPA GEOMORFOLÓGICO

Empregou-se, nesta pesquisa, a metodologia de mapeamento geomorfológico de Ross (1992), com ajustes feitos por Furrier (2007) para adaptação à escala utilizada e ao relevo predominantemente tabular da área. Ross (1992) se inspirou na proposição metodológica de Mescerjakov (1968) e Demek (1977) e no tipo de tratamento técnico desenvolvido pelo Projeto RADAMBRASIL (ROSS, 2012). Assim, o autor propõe uma classificação em seis níveis taxonômicos organizados da forma descrita na Figura 7 e no Quadro 2.

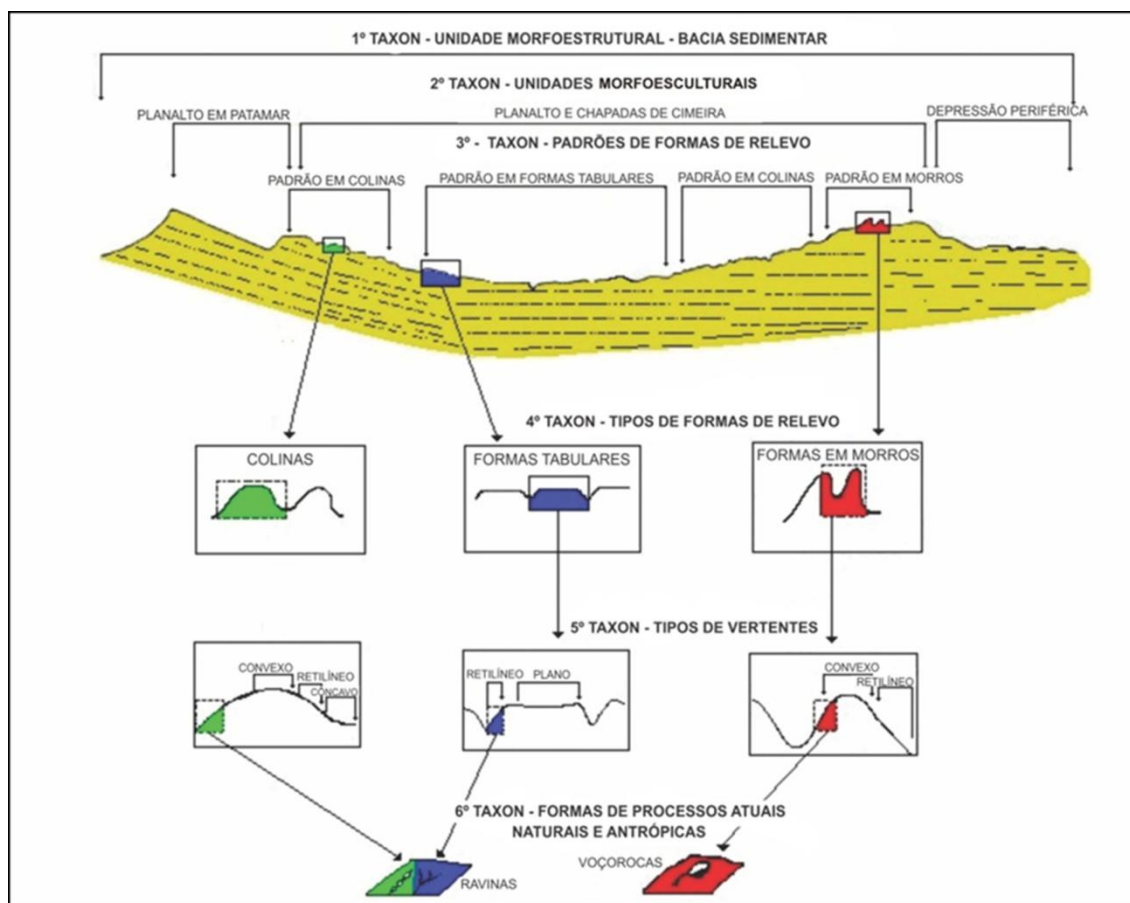


Figura 7 - Representação esquemática das unidades taxonômicas proposta por Ross.
Fonte: Adaptado de Ross (1992).

Quadro 2 - Representação esquemática das unidades taxonômicas de Ross.

1º Táxon	Unidade morfoestrutural – são as estruturas geológicas mais abrangentes, como as cadeias de montanha, maciços, planaltos e depressões internas dos continentes e dos oceanos. No caso do presente trabalho, consiste na Bacia Sedimentar da Paraíba coberta, em partes, pela Formação Barreiras e por sedimentos inconsolidados do Quaternário.
2º Táxon	Unidades morfoesculturais – são as formas resultantes da ação dos elementos morfogenéticos sobre as morfoestruturas. Podem ser caracterizadas como feições do relevo gerado sobre as morfoestruturas, através de processos exógenos e endógenos. São morfoesculturas: planaltos; serras; tabuleiros; planícies, dentre outros.

3º Táxon	Padrões e formas do relevo semelhantes – esse táxon refere-se a um conjunto de formas de relevo em um mesmo padrão, sendo nesse táxon que os processos morfoclimáticos atuais começam a ser percebidos. Os padrões de formas de relevo podem ser: formas de acumulação, como planícies fluviais e marinhas, ou formas oriundas de processos denudacionais, como morros, colinas, tabuleiros, entre outras.
4º Táxon	Tipos de forma de relevo – é o tipo de forma individualizada presente em um dado padrão de formas semelhantes, este está fundamentado na dissecação do relevo, o mapeamento leva em consideração as dimensões interfluviais e o grau de aprofundamento da drenagem. Nesta categoria, se leva em conta a medição das formas de relevo (morfometria do relevo).
5º Táxon	Setores das vertentes – são as formas individualizadas do relevo, cuja forma pode ser convexa, retilínea ou côncava.
6º Táxon	Pequenas formas de relevo – aquelas resultantes de processos atuais; por exemplo, ravinas, voçorocas e bancos de assoreamento, além de formas produzidas pelo homem, como cortes e aterros, mineração, entre outros.

Fonte: Adaptado de Ross (1992).

Foi elaborado um mapa geomorfológico inicial com as informações colhidas nas cartas topográficas e mapas de declividade e hipsometria, ou seja, dados de laboratório, que serviram para gerar este produto prévio que daria base ao prosseguimento deste estudo. No decorrer da pesquisa, este mapa geomorfológico foi modificado de acordo com as novas informações obtidas, principalmente, no que diz respeito às formas de relevo atuais, naturais e antropogênicas, que foram sendo plotadas no referido mapa na medida em que os trabalhos de campo se realizavam.

Para um melhor entendimento de todo o processo executado, serão descritos a seguir os seis principais passos para a elaboração do mapa:

1º passo: determinação do 1º táxon, referente à morfoestrutura. Para a determinação da morfoestrutura, é necessário ter em mãos as informações acerca da composição geológica da área em questão, como por exemplo, o mapa geológico da área e trabalhos de campo complementares. Em João Pessoa, foram estabelecidos três domínios: sedimentos quaternários, cobertura sedimentar de plataforma (Formação Barreiras) e a Bacia Sedimentar da Paraíba.

2º passo: determinação da morfoescultura, das grandes formas de relevo que predominam na área. Para determinar as morfoesculturas, é importante o uso dos mapas temáticos de hipsometria e declividade e, ainda, o MDE da área para melhor visualização do

relevo. Para a região compreendida pelo município de João Pessoa, foram definidas duas morfoesculturas: a baixada litorânea e os baixos planaltos costeiros ou tabuleiros litorâneos.

3º passo: determinação dos padrões de forma do relevo. Para determinação desse táxon, também, é necessário o uso da imagem em MDE, além da imagem de satélite e das cartas topográficas, onde se podem visualizar os padrões de forma que o relevo apresenta, desde as formas de denudação como também as de acumulação.

4º passo: determinação dos tipos de forma de relevo, que são calculados através do índice de dissecação do relevo. Neste trabalho, foram classificadas, ao todo, seis formas de acumulação, a saber: (1) formas de planícies intermareais; (2) formas de planície fluvial; (3) formas de terraço e planície marinha; (4) formas de colúvio, terraço e planície fluvial; (5) formas de terraço e planície fluvial e (6) formas de colúvio e terraço fluvial. As formas de denudação dividem-se em dois tipos: formas tabular e convexa. Dentro dessa divisão, existem subdivisões morfométricas obtidas entre a dimensão interfluvial média e o grau de entalhamento dos vales (Tabela 3). Nas colunas, se encontra a classe do entalhamento médio dos vales, que vai de muito fraco até muito forte e, nas linhas, se encontram a dimensão interfluvial média, que vai desde muito grande até muito pequena. Assim, foram classificadas, ao todo, três formas denudacionais (tabular 31, tabular 21 e convexa 31).

Tabela 3 - Matriz dos índices de dissecação das formas de relevo.

Grau de Entalhamento dos Vales	Dimensão Interfluvial Média				
	Muito Grande (1) > 1500 m	Grande (2) 1500 a 700 m	Média (3) 700 a 300 m	Pequena (4) 300 a 100 m	Muito Pequena (5) ≤ 100 m
Muito fraco (1) < 20 m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20 – 40 m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40 – 80 m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 – 160 m	41	42	43	44	45
Muito forte (5) > 160 m	51	52	53	54	55

Fonte: Adaptado de Ross (1992).

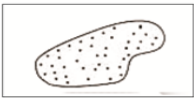
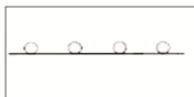
5º passo: o quinto táxon consistiu na elaboração e análise dos perfis topográficos que, neste trabalho, são apresentados no apêndice B para melhor visualização das vertentes, sendo eles descritos em sessão específica de descrição das vertentes nos resultados finais desta

pesquisa. No qual se identificaram se as vertentes têm características geométricas côncavas, convexas, retilíneas ou mistas.

6º passo: o sexto táxon são as feições atuais, nesse caso, os materiais utilizados foram: imagem de satélite; fotografias aéreas; e dados colhidos em campo. As formas foram identificadas e depois plotadas com o auxílio de um GPS no mapa geomorfológico. O sexto táxon comporta, além das formas estruturais e climáticas identificáveis, formas de relevo chamadas de formas antropogênicas. Alguns autores situam-nas em um novo período geológico - o Quinário ou na época do Tecnógeno.

Para representar o sexto táxon no mapeamento geomorfológico, tomou-se por base o manual técnico de geomorfologia do IBGE (BRASIL, 2009), que contém as representações gráficas do relevo pontual, que é o caso do sexto táxon. A partir das informações deste manual, foi possível construir um quadro com as principais figuras representativas do relevo e fazer a utilização de algumas delas no mapa geomorfológico construído (Quadro 3).

Quadro 3 - Representações gráficas do relevo pontual.

	Arenização		Mineração
	Dolina		Restinga
	Falésia ativa		Movimentos de massa
	Falésia inativa		

Fonte: Brasil (2009).

Ainda com base no manual técnico de geomorfologia do IBGE (BRASIL, 2009), podem-se conceituar os relevos pontuais identificados no mapa geomorfológico do município de João Pessoa, que foram os seguintes:

- **Arenização:** acumulação resultante de processo natural de retrabalhamento das formações superficiais predominantemente arenosas, devido, em parte, à inconstância pluviométrica e à dispersão eólica dos sedimentos;
- **Dolina:** depressão cárstica de forma oval ou arredondada, de bordas íngremes e fundo chato, podendo conter lagoa com argilas de descalcificação ou outros materiais de preenchimento resultantes da dissolução. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, principalmente, calcários e dolomitos solúveis, dispostas em camadas espessas, pouco dobradas e fraturadas, submetidas a sistemas morfogênicos úmidos atuais ou pretéritos;
- **Falésia Ativa:** forma costeira abrupta esculpida por processos erosivos marinhos de alta energia. Ocorre no limite entre as formas continentais e a praia atual, em trechos de costas altas;
- **Falésia Inativa:** rebordo costeiro, íngreme ou suavizado, resultante da erosão marinha pretérita devida à progradação da linha de costa. Ocorre no limite entre as formas continentais e as planícies marinhas e/ou fluviomarinhas que sofreram os efeitos das variações do nível do mar e/ou neotectônica;
- **Movimentos de Massa:** efeitos dos processos que atingem determinada área de forma rápida ou lenta, notabilizados pela ação da gravidade, combinados com a ação da água, e associados a fatores naturais e/ou antropogênicos. Ocorrem em áreas de litologia friável e/ou camadas superpostas ou justapostas de diferentes graus de coesão, com espesso manto de intemperismo, geralmente, em relevo com declividades altas ($>20^\circ$), sob condições de precipitação pluviométrica abundante ou de chuvas concentradas, em alguns casos associados a efeitos tectônicos, como fraturamentos ou falhamentos. Resultam no aparecimento de marcas de escorregamentos e desmoronamento de blocos, e;
- **Restinga:** feição linear subparalela à linha de praia, formada pelo acúmulo de sedimentos decorrente da ação de processos marinhos. Ocorre nas planícies litorâneas de contorno irregular, nas proximidades de desembocaduras de rios e falésias que possam fornecer sedimentos arenosos.

Além dos relevos pontuais que foram aqui conceituados e representados segundo Brasil (2009), outras representações foram adicionadas ao mapa geomorfológico, que são as formas de erosão costeira, representada por uma faixa vermelha no mapa geomorfológico (apêndice A) e os depósitos tecnogênicos correspondente aos depósitos de lixo e ao aterro sanitário do município de João Pessoa (apêndice A).

6.3 ELABORAÇÃO DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS

O perfil topográfico é uma importante ferramenta para a visualização geral da topografia da área que o mesmo corta, ele permite a visualização do relevo em duas dimensões: em altitude e distância. Segundo Granell-Pérez (2004), o perfil topográfico é o resultado de cortar a superfície do terreno com um plano vertical, informando sobre a geometria das vertentes, os comprimentos de rampa, as rupturas de declive, a simetria e dissimetria dos vales etc.

Para a elaboração dos perfis topográficos nesta pesquisa, se manteve a escala de distância das cartas topográficas utilizadas como base cartográfica dos mapas produzidos, ou seja, escala de 1:25.000, exagerando-se a escala vertical em 5 vezes. Os referidos perfis foram gerados no Spring da seguinte forma: em primeiro lugar, estabeleceram-se as áreas onde os perfis seriam traçados, levando em conta a maior abrangência possível das formas de relevo do município estudado. Estes perfis foram traçados no sentido W – E e N – S (Figura 8).

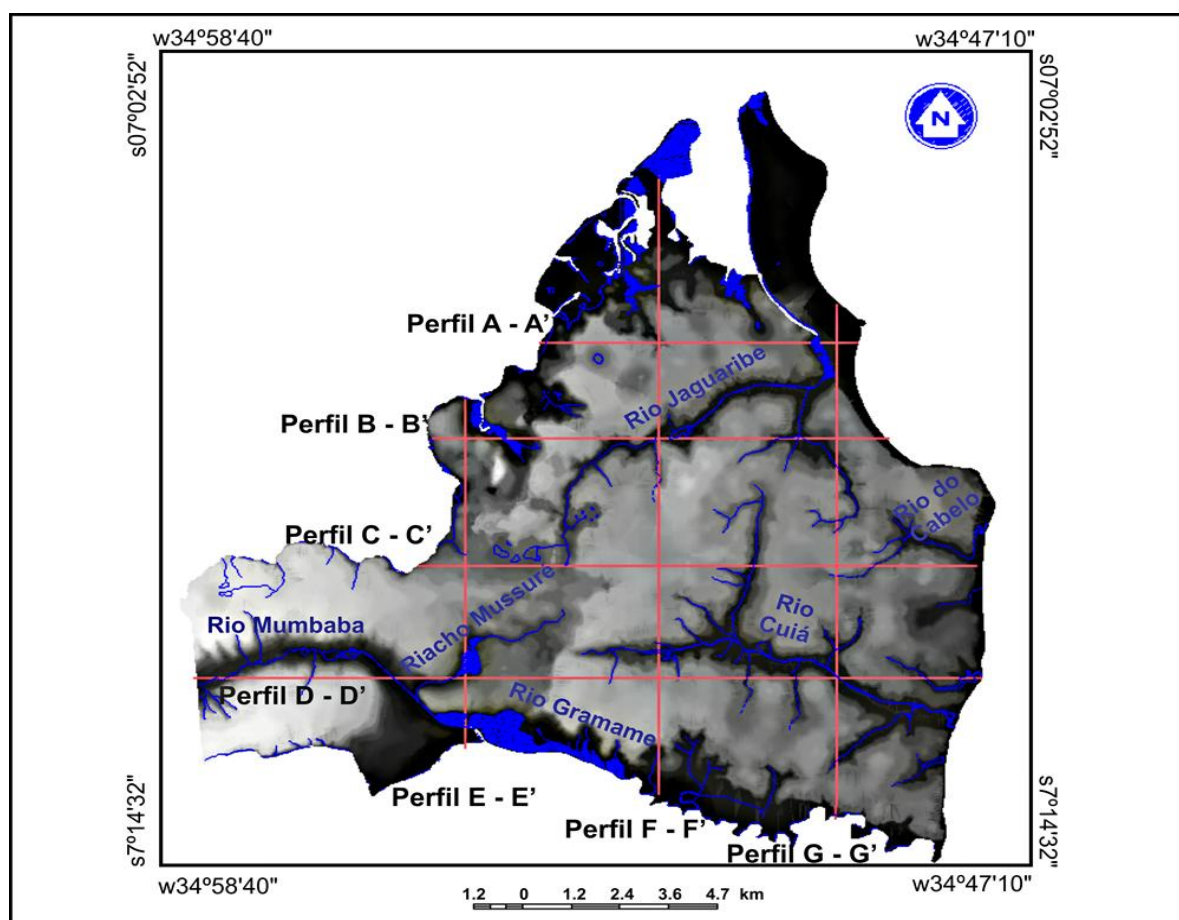


Figura 8 - Localização dos perfis topográficos elaborados, rede de drenagem e MDE do município de João Pessoa.

Fonte: Elaboração própria.

O procedimento seguinte consistiu em ativar, no painel de controle, o plano de informação MNT, que é o utilizado como entrada para a definição dos perfis. Em seguida, no painel de controle MNT, foi selecionado o ícone Perfil e os mesmos foram traçados e gerados. Em um segundo momento, esses perfis foram editados em programa de edição de imagens, no qual foi corrigido o seu exagero vertical de 5 vezes, e adicionadas aos mesmos as informações geológicas obtidas a partir do Mapa Geológico da Paraíba.

6.4 TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados com intuito de obter registros fotográficos das principais feições estudadas, facilitar a análise das formas e processos *in loco* e a marcação, com GPS, de feições geomorfológicas para a inclusão das mesmas no mapa geomorfológico. Foram executados, ao todo, seis trabalhos de campo em diferentes áreas do município, dos quais dois deles formaram um percurso no litoral e às margens do rio Sanhauá (campos 2 e 3) e os outros quatro foram pontos específicos selecionados por conter alguma característica de maior interesse ao tema relacionado a esta pesquisa (Figura 9).

O campo 1 teve como destino a falésia de Cabo Branco para a observação do processo de erosão costeira e a consequente erosão dos elementos urbanos construídos no topo da falésia; e a realização de medições de comprimento e altura da dobra anticlinal presente nas rochas sedimentares da Formação Barreiras que afloram na referida falésia.

O campo 4 foi realizado no bairro do Distrito Industrial, nas imediações do riacho Mussuré, devido a forma como os tabuleiros se mostram diferenciados dos que se encontram, em geral, no município. No campo 5, observou-se nos bairros de Manaíra e São José, os pontos de ocupação irregular na falésia inativa contígua ao bairro São José, e os riscos de inundação, alagamento e contaminação por resíduos sólidos que a população ribeirinha do bairro São José sofre.

O último campo – o campo 6, teve como destino específico as minas de calcário clandestinas do Roger e Mandacaru, assim como realizou-se uma busca por formas antropogênicas, em geral, pelo município. Os objetivos foram fotografar e colher coordenadas, com auxílio de GPS, das minas de calcário do Roger e Mandacaru e das demais formas antropogênicas encontradas no município em geral.

Os pontos, aqui relatados, foram estrategicamente selecionados através de consultas aos materiais cartográficos elaborados, fotografias aéreas e imagens de satélite. Optou-se,

portanto, pelo estudo das áreas de declividades mais acentuadas, áreas com formas antropogênicas e áreas de riscos geológico-geomorfológicos, para que se pudesse obter o maior número de informações complementares ao mapa geomorfológico gerado.

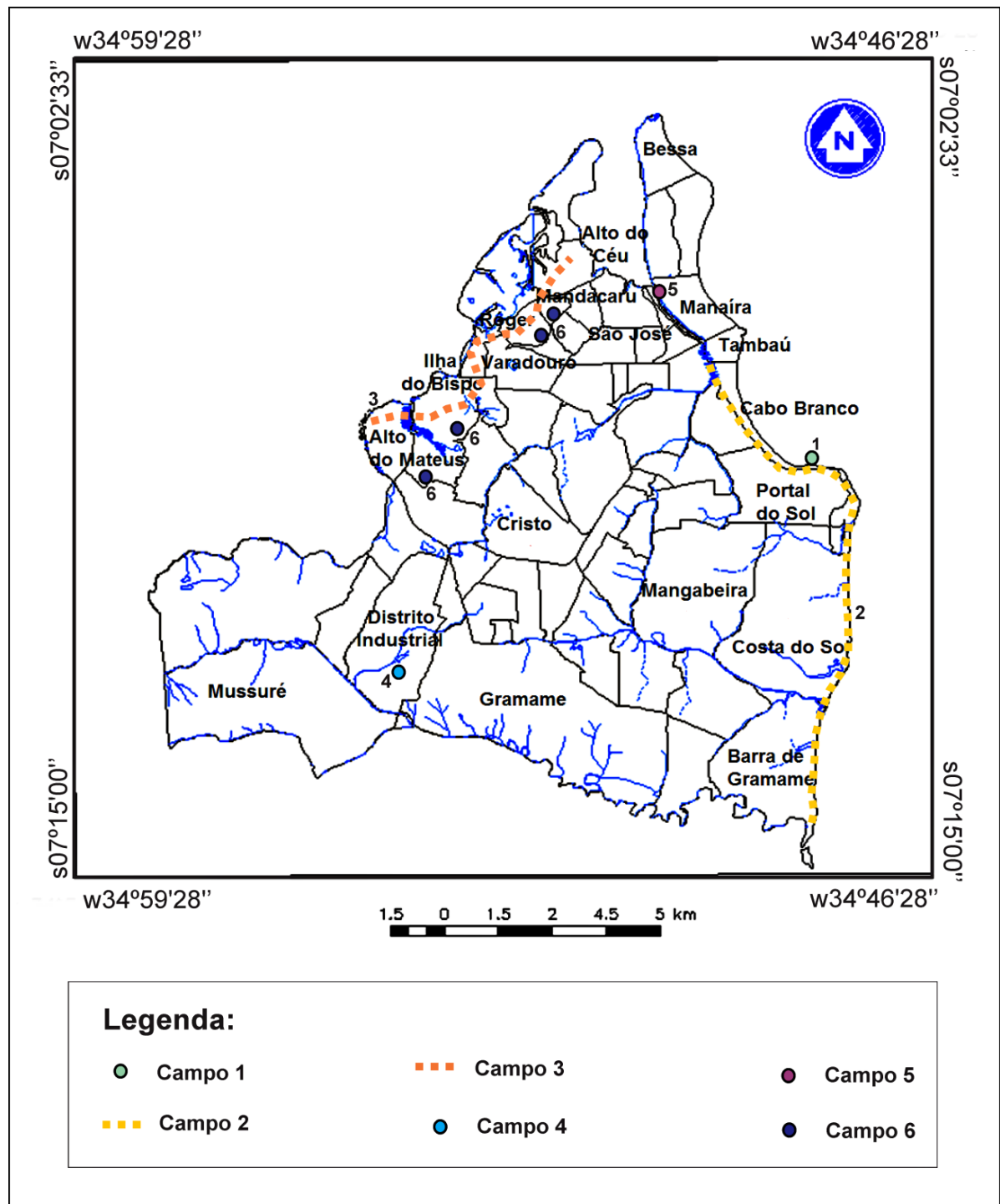


Figura 9 - Mapa de localização dos trabalhos de campo.
Fonte: Elaboração própria.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão abordados, nesta seção, os resultados e as discussões das análises realizadas no decorrer da pesquisa, bem como dos materiais cartográficos gerados que basearam este estudo. Serão apresentados os mapas de hipsometria e declividade e a análise qualitativa e quantitativa dos dados extraídos dos mesmos. Os perfis topográficos e o mapa geomorfológico que estão nos apêndices deste trabalho serão da mesma forma, aqui descritos e analisados, e por fim, será discutido, de forma mais específica, o sexto táxon da proposta de mapeamento geomorfológico de Ross (1992), que corresponderá às formas atuais naturais e antropogênicas e aos processos e formas geomorfológicas tipicamente urbanas, bem como os riscos geológico-geomorfológicos que a ocupação de certas formas de relevo pode causar ou potencializar.

7.1 HIPSOMETRIA

A elaboração do mapa de hipsometria do município em estudo permitiu algumas análises. Pôde-se perceber uma variação topográfica na área no sentido E – W contendo as cotas mais baixas nas regiões litorâneas e as mais altas em direção ao continente. Assim, a topografia é setorizada, onde nas planícies costeiras, fluviais e intermareais há o predomínio de cotas de 0 – 10 m, podendo conter cotas de até 20 m (planícies fluviais) e, seguindo em direção ao interior do município, as cotas vão ascendendo de valor que vai de 30 até 80 m, que é a cota mais alta do município, no extremo oeste. Esta ascendência de valores das cotas de altimetria no sentido E – W é interceptada por um vale que apresenta valores de 10 a 30 m, estando posicionado entre áreas de altitude de 50 – 60 m, que é o vale do riacho Mussuré.

Através da análise dos dados altimétricos gerados, pode-se avaliar a porcentagem de área que cada classe altimétrica abrange no município de João Pessoa. O resultado obtido é sintetizado na Tabela 4 e no Gráfico 2, nos quais se pode ver que a classe de maior abrangência corresponde às cotas de 30 – 40 m, que caracteriza bem as formas de relevo dos Baixos Planaltos Costeiros, que têm essa média de altitude. Esta classe abarca 50,97 km² e 25% da área.

A segunda classe mais abrangente é a de 0 – 10 m, que é a classe que representa as altitudes mais baixas, situadas na Baixada Litorânea, tendo 41,91 km² e 21% da área do município de João Pessoa. A partir dos 60 m de altitude, a representação areal das classes vai diminuindo, sendo as classes de menor extensão geográfica as que representam as maiores

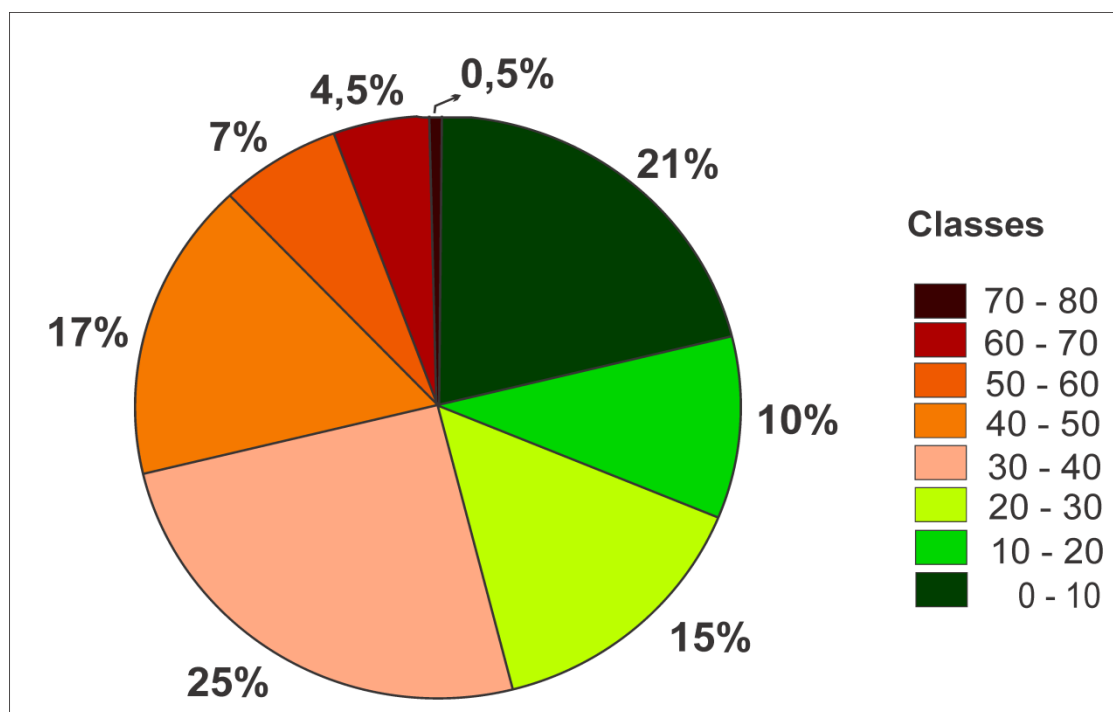
altitudes de 60 – 70 m, com 10,55 km² e 4,5% da área e a classe de 70 – 80 m, que possui apenas 0,85 km² e 0,5% da área.

Tabela 4 - Medida das classes de hipsometria do município de João Pessoa.

Classes (m)	Área (km ²)	Área (%)
0 – 10	41,91	21
10 – 20	20,13	10
20 – 30	29,77	15
30 – 40	50,97	25
40 – 50	33,30	17
50 – 60	13,19	7
60 – 70	10,55	4,5
70 – 80	0,85	0,5
Área total classificada:	200,67	100

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 2 - Medida das classes de hipsometria do município de João Pessoa em %.



Fonte: Elaboração própria.

Os bairros que se situam nas classes de maiores altitudes são os da zona oeste/sudoeste, tais como o bairro de Mussurê e Mumbaba, com cotas de até 80 m, e o Bairro das Indústrias com cotas de 50 – 60 m e, na zona sul, a área central do bairro de Gramame que também conta com cotas de 50 – 60 m. Os bairros que possuem as menores cotas são aqueles instalados sobre os cordões litorâneos do Quaternário correspondente à restinga, que não

ultrapassam os 6 m de altitude, na zona norte do município, estendendo-se pelos terraços e planícies marinhas em direção ao sul do litoral de João Pessoa, que têm cotas que vão de 0 – 10 m. São eles os bairros do Bessa, Jardim Oceania, Aeroclube, Manaíra, Tambaú e Cabo Branco. Os bairros situados às margens do rio Sanhauá também possuem boa parte de seu território com baixas cotas de 0 – 10 m, alguns destes bairros são: o bairro dos Ipês, Mandacaru, Alto do Céu, Padre Zé, baixo Róger, Varadouro, parte da Ilha do Bispo e parte do Alto do Mateus (para melhor localização dos bairros, ver anexo A).

O riacho Mussuré tem características específicas que distingue a porção de relevo contígua a ele, trata-se de um rio obsequente que escoar em direção oposta à inclinação e em direção NE - SW. A forma de relevo geral que se apresenta no município de João Pessoa é a forma tabular, presente na superfície dos Tabuleiros Costeiros. Entretanto, nesta região contígua ao riacho Mussuré, têm sido formadas, de acordo com o MDE, superfícies semi-colinosas ou convexas, morfologia esta que difere da que existe na maior parte do município (Figura 10).

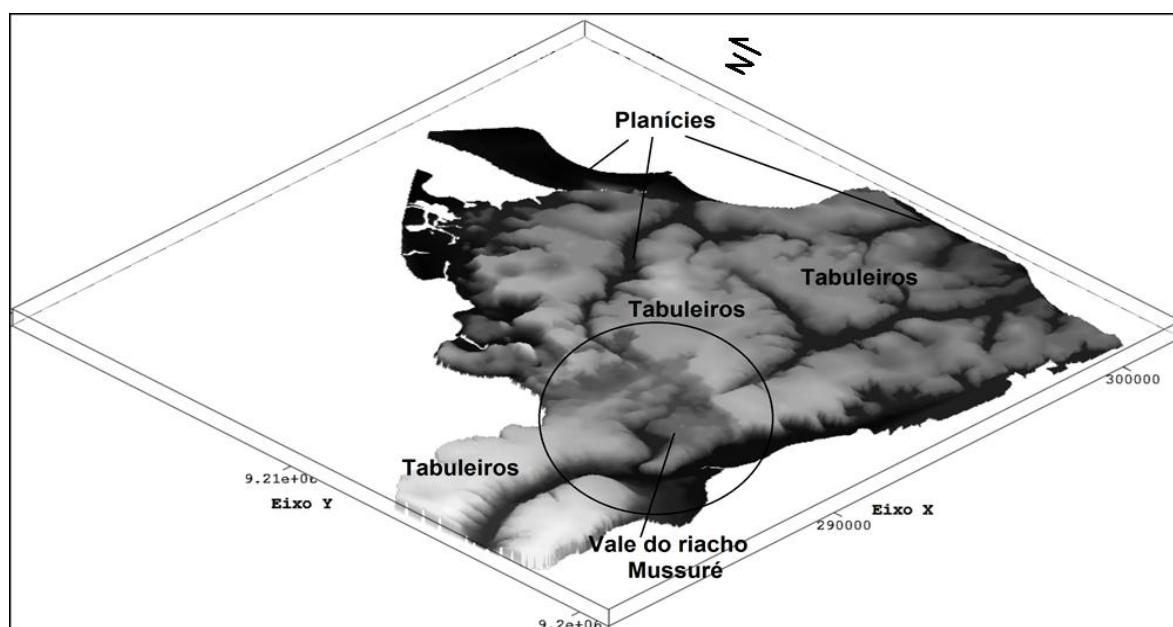


Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de João Pessoa.
Fonte: Elaboração Própria.

Todos os dados altimétricos, acima destrinchados, partiram da análise do mapa hipsométrico, ao mesmo tempo em que os mesmos se encontram sintetizados nele. A setorização das cotas altimétricas que vão ascendendo de leste para oeste, dão a entender que esta área sofreu processo de basculamento em direção ao leste (Figura 11).

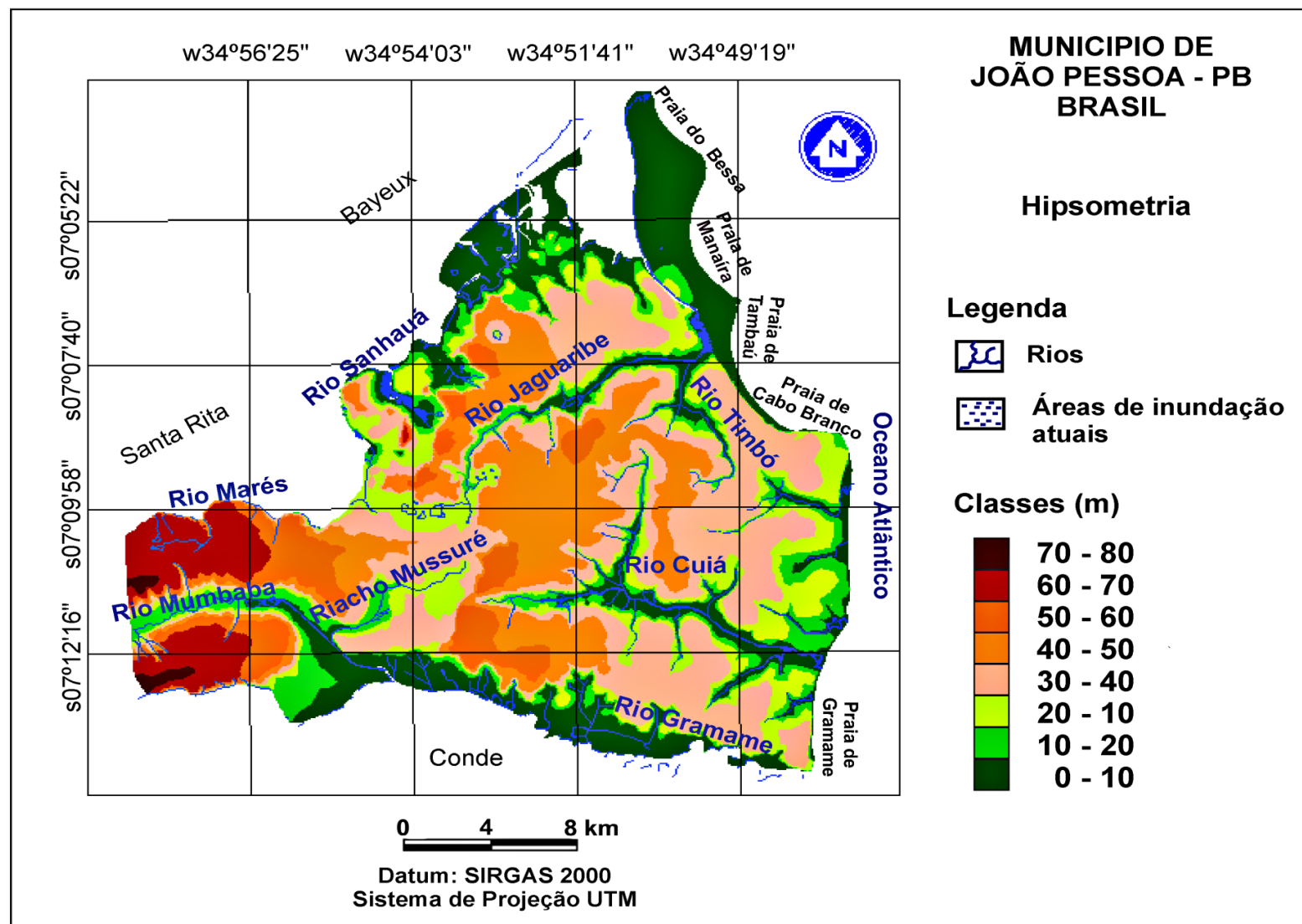


Figura 11 - Mapa hipsométrico do município de João Pessoa.
Fonte: Elaboração própria.

7.2 DECLIVIDADE

O mapa de declividade (Figura 12) mostra a inclinação do terreno, indo de 0 – 12 %, em declividades baixas, a >100% em vertentes mais íngremes. Este mapa é uma grande ferramenta para os estudos de caráter ambiental, tendo em vista que com a identificação das áreas de maior declividade pode-se inferir quais dessas áreas poderão oferecer maiores riscos geológico-geomorfológicos.

A maior parte do município de João Pessoa possui vertentes que variam de 0 – 12% o que caracteriza um típico relevo tabular com extensas áreas de topos aplainados e também amplos terraços e planícies marinhas, como ocorre em Ponta do Seixas, Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Jardim Oceania e Bessa. Todavia, são encontradas vertentes com elevadas declividades ao lado dos vales mais dissecados e nas falésias ativas e inativas que separam os bairros baixos descritos anteriormente, dos bairros altos, como: Portal do Sol, Altiplano, Miramar, Brisamar e João Agripino (anexo A). A falésia inativa que separa os bairros Brisamar e João Agripino do bairro São José, que se encontra num terraço marinho, vem sendo ocupada por pequenas habitações que potencializam o risco geológico-geomorfológico de movimentos de massa que lá se apresentam por estar no sopé dessa falésia, cuja declividade verificada varia de 30 a 100%.

Através da análise dos dados de declividade gerados, também se pode avaliar a porcentagem de área que cada classe de declividade abrange no município de João Pessoa. O resultado obtido é sintetizado na Tabela 5 e no Gráfico 3, onde se pode ver que a classe de maior abrangência corresponde a de 0 – 12 %, que ocupa 183,67 km² e 92% da área do município, que caracteriza bem as formas de relevo dos Baixos Planaltos Costeiros, tendo amplos topos planos ou semi-ondulados. A segunda classe mais abrangente é a de 12 – 30 %, ainda caracterizando topografia plana e favorável à urbanização, ela ocupa 14,10 km² e 6% da área.

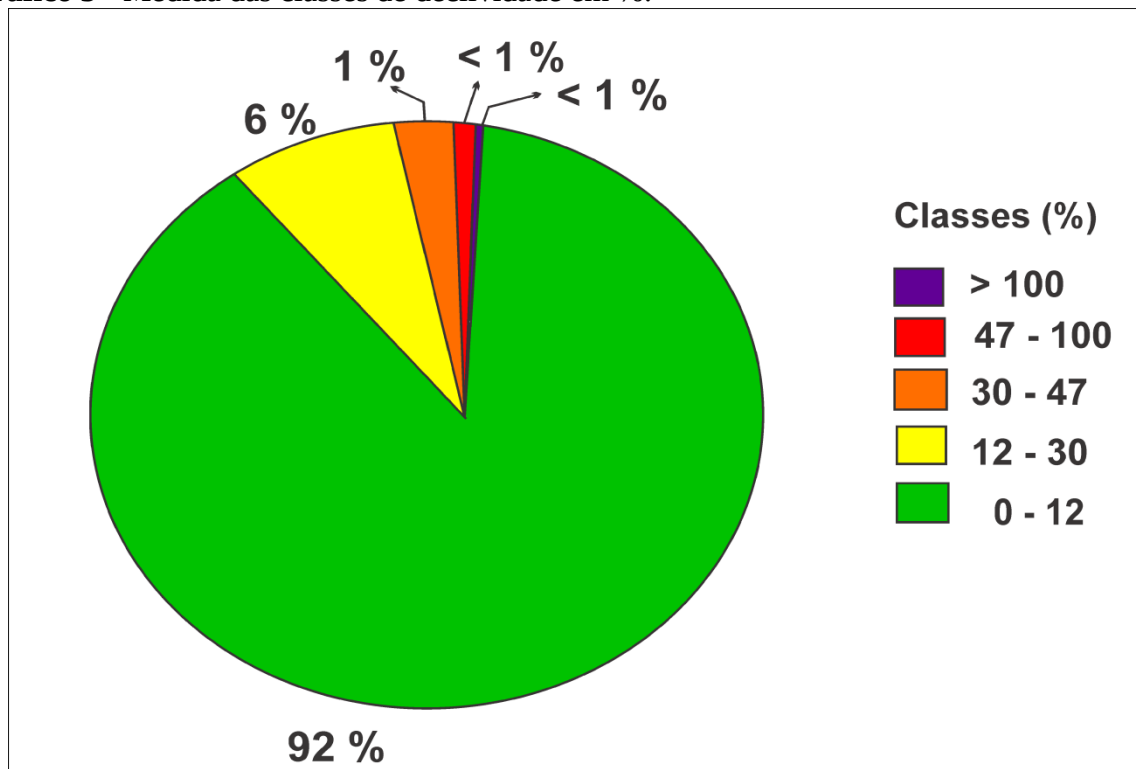
As classes de declividade que possuem menor representação geográfica são as que vão de 47 – 100 %, que ocupa 0,71 km² e menos que 1% da área e a que representa > 100% de declividade que se limita a apenas 0,01 km² e também menos que 1% da área que perfaz o município de João Pessoa. As áreas representadas por estas classes que vão de 47 até >100% no município são as que se localizam nas vertentes dos rios mais encaixados, nos cortes de estradas, que são as vertentes antropogênicas e nas imediações das falésias.

Tabela 5 - Medida das classes de declividade em km²

Classes (%)	Área (km ²)	Área (%)
0 – 12	183,67	92
12 – 30	14,10	6
30 – 47	2,15	1
47 – 100	0,71	<1
> 100	0,01	<1
Área total classificada:	200,64	100

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3 - Medida das classes de declividade em %.



Fonte: Elaboração própria

Os bairros que se encontram localizados em áreas que possuem declividades acima de 47% são: o bairro de Mumbaba, nas proximidades da bacia do rio Marés; Barra de Gramame, nas imediações da falésia inativa do extremo litoral sul; o bairro Cuiá, nas imediações do próprio rio Cuiá; alguns trechos dos bairros da Ilha do Bispo e Alto do Mateus; trecho do bairro das Trincheiras; Bancários e Cidade Universitária, nas proximidades do rio Timbó; Cabo branco, devido às falésias ativas e inativas; São José, devido à falésia inativa, entre outros. Todos os dados das declividades, acima destrinchados, partiram da análise do mapa de declividade, ao mesmo tempo em que os mesmos se encontram sintetizados nele (Figura 12).

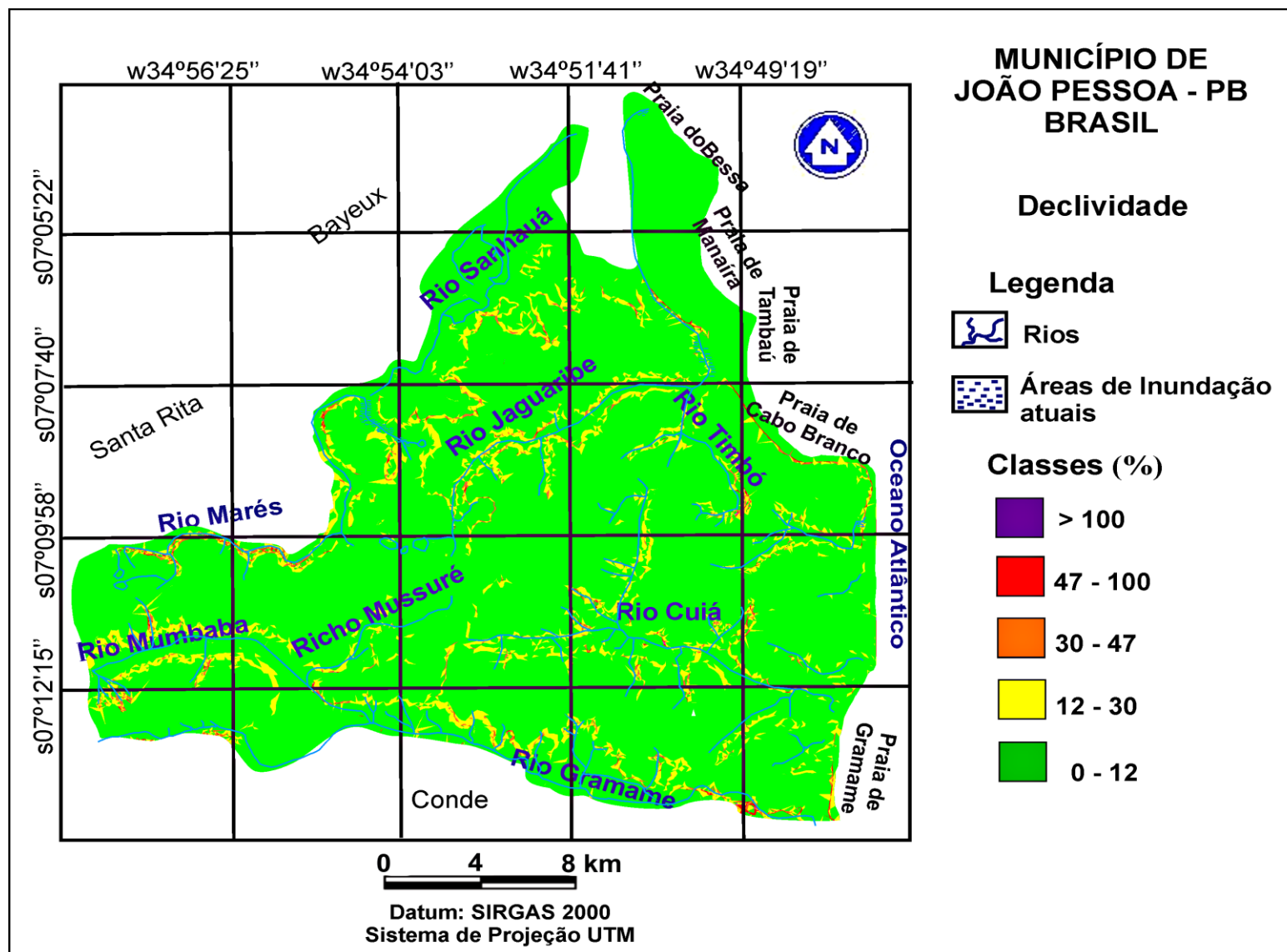


Figura 12 - Mapa de declividade do município de João Pessoa.
Fonte: Elaboração própria.

7.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Analisando o mapa geomorfológico gerado (apêndice A), pode-se explicar que o primeiro táxon abarca as unidades geológicas presentes no município – os sedimentos quaternários e a cobertura sedimentar de plataforma, composta pela Formação Barreiras. Estas unidades geológicas se encontram sobre a Bacia Sedimentar da Paraíba, que também é considerada como unidade morfoestrutural na área, pois embora sua representação geográfica seja pequena, ela aflora em alguns pontos e o relevo desenvolvido sobre a Formação Barreiras está intimamente relacionado às estruturas falhadas dessa bacia, amplamente estudadas por Leal e Sá (1998), Furrier (2006), Bezerra *et al.* (2014), Araújo (1993), entre outros.

O segundo táxon, composto por unidades morfoesculturais, compreende, na área de estudo, à Baixada Litorânea e aos Baixos Planaltos Costeiros. Os terceiro e quarto táxon correspondem, respectivamente, aos padrões e aos tipos de formas de relevo. Para um melhor entendimento, eles serão analisados conjuntamente.

Podem-se observar três formas de denudação, que são:

- **Dt 31:** são formas de dissecação tabular com entalhamento médio do vale de intensidade média (40 – 80 m), com dimensão interfluvial média classificada como muito grande (> 1500 m). Esse tipo de forma está localizado na região próxima ao rio Mumbaba e na margem esquerda do rio Jaguaribe (apêndice A). Este padrão de relevo ocupa 73 km² e 35% da área do município.

No compartimento geomorfológico denudacional tabular (Dt 31), são verificadas as maiores altitudes do município e, também, os tabuleiros mais amplos com uma rede hidrográfica menos densa. Fazem parte desse compartimento geomorfológico os bairros Torre, Estados, Mandacaru, Treze de Maio, Tambiá, Jaguaribe, Cruz das Armas, localizados no setor mais central do município, os bairros de Mussuré, Mumbaba e o bairro das Indústrias, mais afastados e muito menos urbanizados e os bairros de Brisamar e João Agripino (anexo A), próximos à falésia inativa que separa esse compartimento dos terraços e planícies marinhas. Nesse tipo de compartimento é onde se verifica as minerações de calcário e argila para a fabricação de cimento, tanto da fábrica CIMPOR, como a mineração ilegal de Mandacaru e Roger para a extração de calcário para fundações na construção civil.

- **Dt 21:** são formas de dissecação em topos tabulares com entalhamento médio do vale classificado como fraco (20 – 40 m), com, dimensão interfluvial média muito grande (> 1500 m). A localização de tais formas no município se encontra nas áreas próximas à bacia do rio Cuiá, em ambas as margens da bacia, ocupando 78 km² e 38% da área do município (apêndice A).

Esse compartimento engloba o setor sudeste do município até atingir as falésias ativas e inativas. Estão localizados sobre o Dt 21 os bairros de Mangabeira, Jardim Cidade Universitária, Bancários, Água Fria, Cuiá, Ernesto Geisel, Valentina, Portal do Sol, Barra do Gramame, Costa do Sol, Altiplano, entre outros (anexo A). Foram verificados alguns pontos de risco geológico, pois como já descrito anteriormente, esse setor possui uma rede hidrográfica mais densa, com vales de elevadas declividades que são potencializadores de movimentos de massa, principalmente, quando ocupados.

- **Dc 31:** além das formas tabulares, na escala trabalhada neste estudo, encontra-se, no município de João Pessoa, um trecho cuja disposição do relevo forma superfícies de topos convexos. Esta área está localizada nas proximidades do riacho Mussuré, afluente do rio Mumbaba. Esse tipo de forma ocupa 12,7 km² e 6% da área do município (apêndice A). Neste compartimento, se localizam os bairros do Distrito Industrial, Funcionários, Costa e Silva e Ernani Sátiro (anexo A).

Em relação às formas de acumulação, foram incorporados novos termos por Furrier (2007), que são aglutinações dos termos já propostos por Ross (1992) e a incorporação de formas de acumulação coluviais. Essas aglutinações fizeram-se necessárias devido à escala adotada, pois em alguns casos não foi possível separar, por exemplo, terraço fluvial de planície fluvial, terraço marinho de planície marinha, depósito de colúvio de terraço fluvial. No total, foram identificados seis tipos de formas de acumulação no município:

- **Área de planície intermareal (Api):** a planície intermareal corresponde às áreas de mangue. No município, ela ocupa uma área de 17,5 km² e 8% da área do município e ocorre, principalmente, nas margens do rio Sanhauá e nos baixos cursos dos rios Gramame, Cuiá, Aratu e Cabelo, no noroeste do município (apêndice A).
- **Área de planície fluvial (Apf):** são aquelas justapostas ao canal fluvial (GUERRA; GUERRA, 1997), ocupam 6,3 km² e 3% do total da área de estudo, localizada em

trechos do rio Gramame, riacho Mussuré, rio Cuiá e em outros pequenos afluentes (apêndice A).

- **Área de terraço e planície marinha (Atpm):** encontram-se nas áreas de praia e sua retaguarda, ocupando 10,6 km² e 6% do município. As planícies marinhas são as áreas de praia que ainda sofrem inundação das águas marinhas, até aonde a maré pode avançar, já os terraços são as antigas planícies marinhas que atualmente não sofrem mais inundação devido ao recuo do mar, que atingiu seu último ápice no litoral brasileiro a 5.600 AP (SUGUIO; MARTIN, 1978). Sua área de maior abrangência geográfica se encontra a nordeste da área de estudo, onde se situam os bairros de Tambaú, Manaíra e Bessa (apêndice A).
- **Área de terraço e planície fluvial (Atpf):** devido à escala adotada e aos pequenos riachos que cortam o sítio urbano de João Pessoa, em alguns trechos do mapa geomorfológico, foi impossível separar terraço de planície fluvial, mas essas áreas não podem ser desprezadas.

O terraço fluvial é constituído por material aluvionar mais antigo e em nível mais alto do que o atual da planície aluvionar e que ficou como testemunho de um período da evolução desta planície. Planície fluvial é a faixa do vale fluvial composta de sedimentos aluviais atuais, bordejando o curso de água e, periodicamente, inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio. As áreas de terraço e planície fluvial ocorrem em João Pessoa principalmente nos afluentes do rio Mumbaba, trechos do rio Jaguaribe, rio Timbó e rio Cuiá. Perfazem uma área de 3,6 km² e 1% do município (apêndice A).

- **Área de colúvio, terraço e planície fluvial (Actpf):** devido à escala adotada neste trabalho, não foi possível diferenciar os colúvios dos terraços em certos pontos, por isso a adaptação metodológica de Furrier (2007) foi utilizada.

Os colúvios são porções de terras formadas pelo material transportado de um local para outro, principalmente, pela gravidade. O material coluvial só aparece no sopé de vertentes ou em lugares muito afastados de declives que lhe estão acima (GUERRA; GUERRA, 1997). Esse tipo de forma ocupa 7,8 km² e 3% da área (apêndice A). As principais áreas de ocorrências dessas formas são as vertentes voltadas para o vale do médio Gramame, principalmente, no bairro Mussuré e nas vertentes do médio Jaguaribe, principalmente, no bairro Castelo Branco.

- **Área de colúvio e terraço fluvial (Actf):** ocupa 0,1 km² no município e consiste na presença dos colúvios e dos terraços fluviais impossíveis de serem discriminados precisamente. São observados nos cursos de água fortemente encaixados, principalmente, nos sopés das vertentes com declividades elevadas. Em João Pessoa, este tipo de agrupamento de forma foi identificado em um afluente do rio Mumbaba sem denominação, localizado no bairro Mussuré e em trechos do rio Cuiá e em seus afluentes com entalhamento muito acentuado localizados nos bairros de Mangabeira e José Américo (apêndice A).

O quinto táxon refere-se aos setores das vertentes, ele é estudado pela análise dos perfis topográficos. O sexto táxon corresponde às pequenas formas de relevo resultantes dos processos atuais, como por exemplo, as falésias, cicatrizes de movimento de massa, voçorocas etc., e ao relevo tecnogênico resultante de processos antropogênicos, como as minas de calcário escavadas, cortes artificiais de vertentes, aterros etc. O sexto táxon também será analisado em seção específica, por se tratar de um dos principais resultados dessa pesquisa.

7.3.1 Descrição das vertentes – o quinto táxon

Os perfis topográficos (apêndice B) construídos com base nas informações das cartas topográficas e MDE forneceram uma imagem precisa da topografia geral do município, informando sobre a geometria das vertentes que estão descritas nesta seção. A descrição das vertentes, correspondente ao 5º Táxon do mapeamento de Ross (1992), revela as suas dimensões e formas, o que influi diretamente no escoamento das águas fluviais bem como na infiltração quando as mesmas estão expostas. A aplicação do índice de dissecação permitiu representar quantitativamente os dados obtidos no próprio mapa geomorfológico sobre a dimensão das vertentes.

Na análise das vertentes observadas nos perfis topográficos, observam-se os padrões de comportamento do relevo do município de João Pessoa, que obedecem ao padrão mais geral, o dos baixos planaltos costeiros, mas com alguns entalhamentos nos vales de diferentes intensidades que não podem ser explicados única e exclusivamente pelo fator climático. O município é composto, basicamente, por superfícies tabulares cortadas por canais fluviais, que nesta escala formam, por vezes, topos semicolinosos.

Apresentam-se na área vertentes convexas, retilíneas e convexo-retilíneas. Como por exemplo: a vertente do rio Sanhauá, que se dispõe de forma retilínea, e a vertente do rio Jaguaribe, sendo esta convexo-retilínea. O tipo de vertente mais presente é a convexa, podendo apresentar-se em combinação com a retilínea, como nos rios Timbó, Laranjeiras, Mumbaba e Cuiá.

A área do município que não forma tabuleiros, por conta da disposição da rede hidrográfica, tendo assim, superfície semicolinosa ou convexa, está localizada na região do riacho Mussuré, que não obedece à orientação dos outros rios, desaguando no rio Mumbaba. É nesta área que se vê a presença de pequenas colinas, o que somente pode ser justificado por uma forte influência morfoestrutural nesse setor do município (Figura 13).

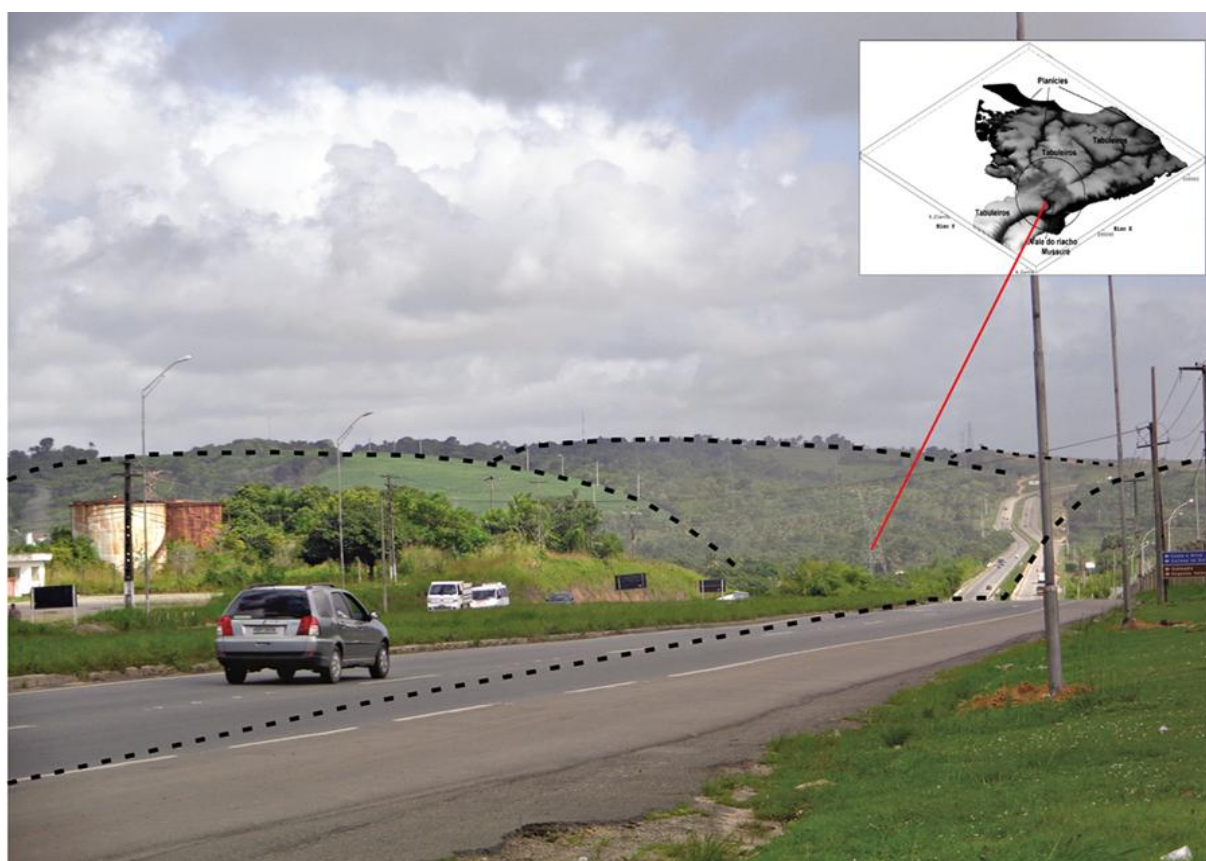


Figura 13 - Topos convexos semicolinosos em frente à Coteminas (porção sudoeste) – Distrito Industrial, João Pessoa, imediações do riacho Mussuré.
Fonte: Elaboração própria (2014).

7.4 GEOMORFOLOGIA URBANA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

Como colocado anteriormente e, conforme o MDE e mapas temáticos gerados para a área de estudo, a geomorfologia do município de João Pessoa é caracterizada, em geral, por uma superfície plana ou tabular cortada por vales de rios. Entretanto, para um ambiente urbanizado, como é o caso da área de estudo, as formas atuais resultantes da modificação do modelado natural são igualmente importantes. O sexto táxon do mapeamento geomorfológico de Ross (1992) comporta tais formas, sendo elas resultantes de processos naturais ou antropogênicos. A geomorfologia urbana do município de João Pessoa, ou seja, as formas resultantes da urbanização sobre o relevo, anteriormente estabelecido, são tratadas como formas de relevo tecnogênicas, neste trabalho, e serão vistas com mais profundidade na subseção posterior.

Os principais processos geomorfológicos urbanos encontrados no município foram: as áreas de erosão acelerada; pontos de movimentos de massa causados por processos naturais e/ou induzidos pela ação antropogênica; áreas de ocorrência de inundação e alagamentos; as áreas de mineração, que são formas degradacionais tecnogênicas; e os depósitos tecnogênicos de materiais úrbicos e gárbicos, como por exemplo, o aterro sanitário localizado no bairro de Mussuré.

7.4.1 Formas atuais e o relevo tecnogênico – o 6º Táxon

O sexto táxon abarca as formas resultantes de processos atuais, em sua maioria, de representação pontual, como mostra o mapa geomorfológico (apêndice A). Na área de estudo, pôde-se encontrar como principais formas atuais naturais: as falésias inativas e ativas e, nestas últimas, existe um intenso processo de erosão costeira; os cordões litorâneos quaternários correspondentes à restinga, com cotas de altimetria baixas de até 6m; as formas resultantes de movimentos de massa naturais; as áreas atingidas pelo processo de arenização; e as dolinas.

Algumas destas formas, apesar de terem a sua morfogênese baseada em processos naturais, são intensamente modificadas pela ação antropogênica atual, como a urbanização sobre a falésia de Cabo Branco; a ocupação de trechos das falésias inativas; a retirada de areia das áreas de arenização para a utilização na construção civil; e a transformação da dolina que se localiza no centro da cidade em um parque urbanizado.

As falésias não acompanham todo o litoral do município, sendo os bairros costeiros do litoral norte – Bessa, Aeroclube, Jardim Oceania e Manaíra, construídos sobre terraços e

planícies marinhas, onde se localizam os cordões litorâneos quaternários. Seguindo em direção ao sul, aparecem as falésias inativas, rente ao bairro São José e, posteriormente, há uma alternância entre falésias ativas e inativas até o extremo sul do município (apêndice A).

Em alguns trechos das falésias ativas, em que ocorre intenso processo de erosão costeira, observa-se a presença de um material de coloração mais escura na base da falésia e alguns blocos da mesma coloração desprendidos metros à frente da falésia, demonstrando a distância que a mesma recuou. Furrier (2007) explica que é muito comum, nesta área, a precipitação de oxi-hidróxido de ferro e alumínio nos sedimentos da Formação Barreiras, comumente observados nas falésias. Estas concentrações formam níveis de ferricretes duros em vários patamares e, principalmente, na base das mesmas (Figura 14). Os ferricretes, por apresentarem maior resistência à erosão, em alguns casos, formam terraços marinhos de abrasão e bancos rochosos, testemunho do recuo erosivo das falésias pela ação das ondas.



Figura 14 - Blocos de ferricretes no sopé da falésia de Cabo Branco.
Fonte: Elaboração própria (2014).

As formas resultantes de movimentos de massas naturais ocorrem, principalmente, nas falésias ativas, pois o solapamento da base da falésia pela ação das ondas do mar faz com que haja queda de blocos da falésia, que, quando ao solo, são erodidos rapidamente pela ação da erosão marinha.

No litoral sul do município, há o predomínio de falésias inativas e indicadores de erosão menores que nas áreas de falésias ativas. As falésias inativas são caracterizadas por conterem vegetação agregada às vertentes e sobre elas, pois a ação marinha já cessou há algum tempo, bem como declividades menores que as das falésias ativas e altitudes maiores. Os bairros de Costa do Sol e Barra de Gramame possuem praias com falésias inativas, no entanto, apesar de serem inativas e com índices erosivos menores que as falésias ao norte do litoral do município, apresentam também processos erosivos de origem continentais em suas vertentes, como os cones de dejeção (Figura 15) e no terraço e planície marinha, pela erosão resultante da ação das ondas do mar (Figura 16), assim, as falésias do sul do município logo poderão ser tornar ativas, pelo estágio e progresso da erosão no terraço e planície marinhos.



Figura 15 - Cones de dejeção na falésia inativa em Barra de Gramame.
Fonte: Elaboração própria (2014).



Figura 16 - Erosão resultante da ação das ondas do mar nos terraços e planícies marinhos em Barra de Gramame.

Fonte: Elaboração própria (2014).

O processo de arenização, que ocorre no município de João Pessoa, se concentra basicamente em dois pontos do setor oeste, nas proximidades do rio Marés e rio Camaço (Figura 17) zona rural do município de João Pessoa, correspondendo aos bairros de Mumbaba e Mussuré, o primeiro é limitado com o município de Santa Rita e o segundo com o município do Conde. Este processo aqui apresentado tem caráter natural, entretanto, o ato de extração da areia existente nessas áreas para o uso na construção civil tem modificado a feição natural da área, transformando-a em uma forma antropogênica.

Pôde-se contabilizar, através do *software* Spring 5.2, as áreas que passam por processo de arenização no município de João Pessoa, estas abarcam 1,46 km² do município. Elas são possíveis graças à geologia, ao relevo tabular da área e aos altos índices de chuva. Através da infiltração da água na superfície plana do relevo, os minerais mais resistentes da Formação Barreiras se solubilizam deixando, na superfície, somente os mais resistentes, como é o caso do quartzo.

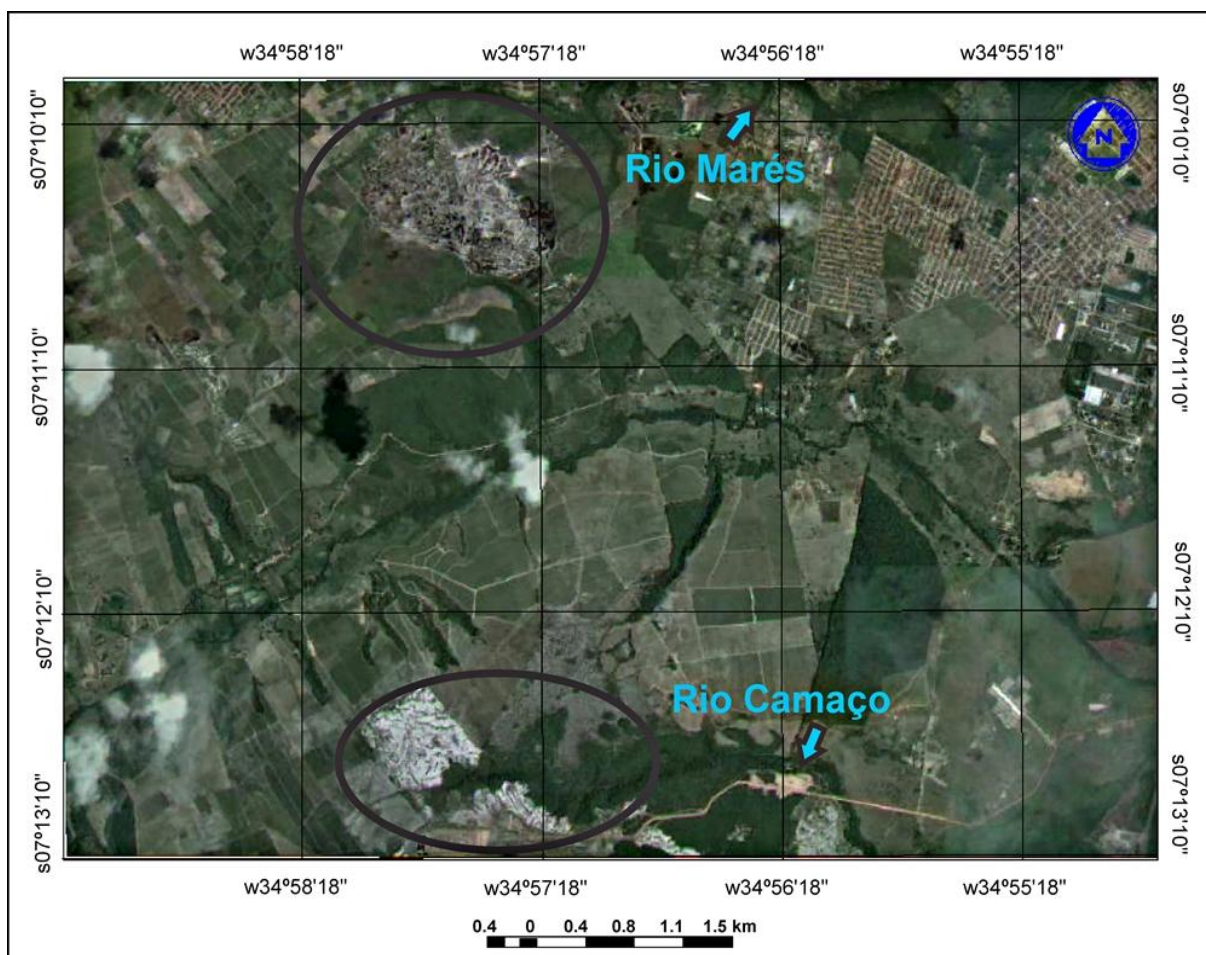


Figura 17 - processos de arenização nos rios Marés e Camaço, divisa João Pessoa – Santa Rita, João Pessoa – Conde.
 Fonte: Google Earth (2015).

Outras morfologias recentes (do Quaternário) do relevo de João Pessoa são depressões superficiais intimamente correlacionadas aos calcários da Formação Gramame. Essas depressões podem ocorrer com ou sem a presença de água e são classicamente denominadas de dolinas e se enquadram no chamado relevo cárstico. No município de João Pessoa, a mais conhecida dolina é a que se encontra no centro da cidade. Esta dolina possui uma bacia radial centrípeta que corresponde a uma área total de aproximadamente 1,0 km² e perímetro de cerca de 4,0 km (Figura 18).

É composta por rochas calcárias que se encontram abaixo da Formação Barreiras e é uma forma de origem natural que foi intensamente modificada pela ação antropogênica e adaptada à urbanização da cidade, inclusive com diversas obras de intervenção, revitalização e paisagismo, sendo transformada em um parque - o Parque Sólon de Lucena (Figura 18), que

é considerado uma atração turística no município. Inicialmente considerada como empecilho ao avanço da urbanização, hoje a Lagoa é incorporada à cidade.

Como qualquer dolina, possui drenagem radial centrípeta, que gera a convergência das águas pluviais em direção ao centro, razão pela qual, em épocas de chuvas significativas é constantemente inundada, causando graves problemas urbanos e no fluxo dos transportes públicos no seu entorno.

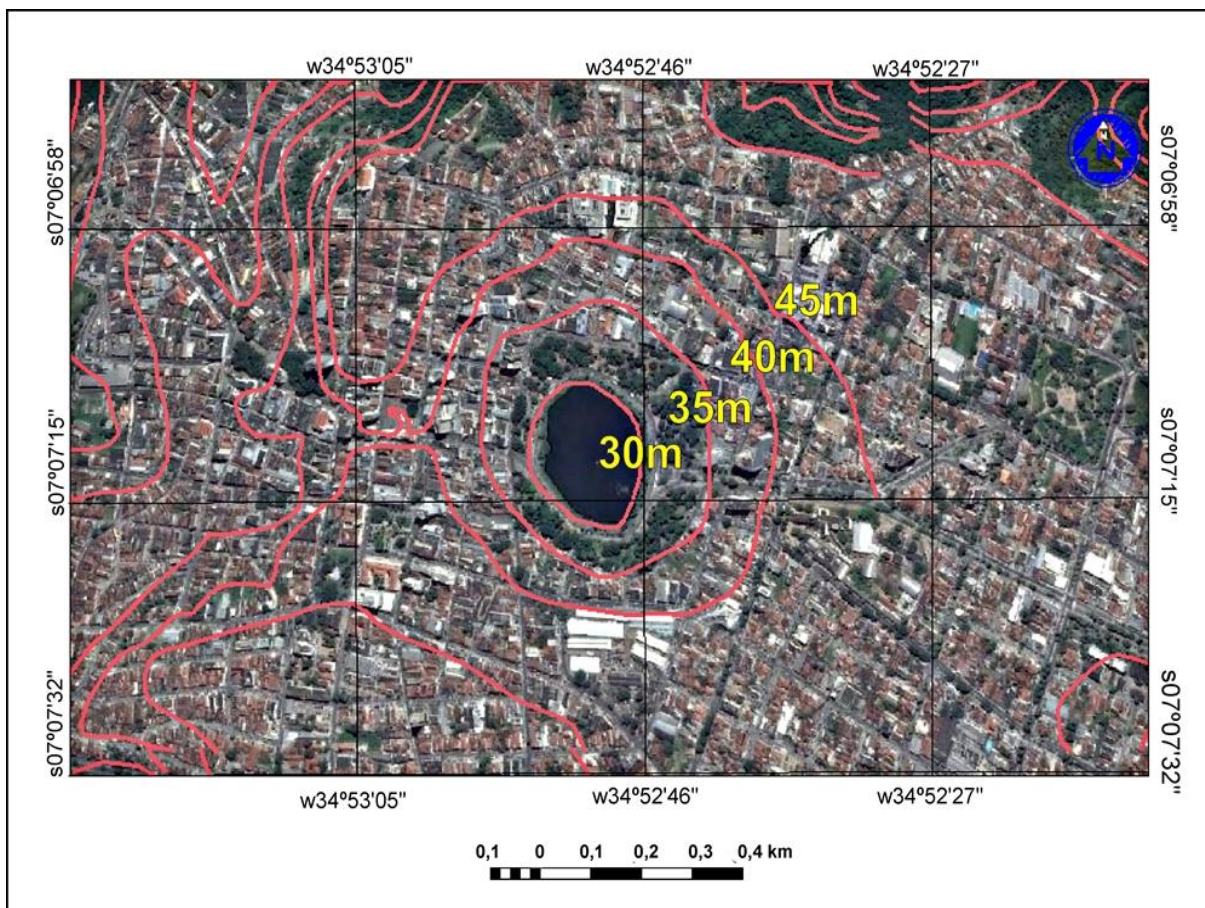


Figura 18 - Bacia centrípeta do Parque Sólon de Lucena com curvas de nível em vermelho e cotas altimétricas. Centro da cidade de João Pessoa.
Fonte: Carta topográfica João Pessoa 1:25.000 (BRASIL, 1974) e Google Earth (2015).

Quanto ao relevo tecnogênico e aos processos morfogenéticos antropogênicos, que também compõem o sexto táxon deste mapeamento geomorfológico, pode-se relatar alguns processos e formas resultantes da ação direta ou indireta do homem e da urbanização, listados anteriormente e identificados a seguir.

Tratando-se da erosão acelerada, a área mais afetada tanto pelos processos naturais como pelos antropogênicos é o litoral do município. O litoral do município de João Pessoa possui 23,46 km de extensão, dos quais 2,57 km são compostos por falésias ativas em

acentuado processo de erosão tanto por parte das ondas do mar, como também pela pressão dos elementos urbanos construídos sobre elas (Figura 19).



Figura 19 - Elementos urbanos construídos sobre a falésia de Cabo Branco.
Fonte: SPU (2013).

Outras áreas em processo de erosão acelerada, no litoral do município de João Pessoa, são as praias do Seixas, Manaíra e Bessa, (Figuras 20, 21, e 22) compondo cerca de 5 km de extensão, onde o avanço da urbanização sobre a área de praia tem sido evidente. Em certos trechos destas praias foram construídos muros de contenção para amenizar os efeitos da erosão, no entanto, a força da erosão marinha tem sobrepujado os esforços antrópicos em tentar contê-los.

Dessa forma, a erosão costeira deixa de ser apenas um processo natural que origina formas naturais, para ser também um agente importante na gênese de formas de relevo antropogênicas e se torna um problema social devido aos riscos de perdas de vidas humanas e bens materiais públicos e privados. Cabe salientar que 70% das praias arenosas no mundo estão em processo de erosão (Souza et al., 2005). As razões para essa predominância erosiva nas praias do mundo podem ser agrupadas em causas naturais e causas antropogênicas.



Figura 20 - Elementos urbanos erodidos na praia do Seixas e muro de contenção para evitar a erosão.
 Fonte: SPU (2013).



Figura 21 - Ondas avançando até o muro de contenção que separa a praia de Manaíra da Av. João Mauricio.
 Fonte: SPU (2013).



Figura 22 - Avanço da urbanização à linha de costa e ondas avançando até o muro de contenção na praia do Bessa.
Fonte: SPU (2013).

No total, cerca de 7,73 km de extensão do litoral do município de João Pessoa está em processo de erosão acelerada, que corresponde a aproximadamente 33% desta área (apêndice A), tendo como raiz processos naturais e/ou antropogênicos, portanto, consiste em um grande erro a propagação de que a erosão costeira é fruto exclusivo da elevação do nível médio do mar devido ao aquecimento global.

Um caso bastante evidente de erosão costeira, no município de João Pessoa, por causas exclusivamente antrópicas foi a construção do Hotel Tambaú, nos anos de 1970. Com a sua construção, houve a interceptação da corrente de deriva litorânea que em João Pessoa possui direção S-N, devido à incidência dos ventos alísios de sudeste, principalmente, do quadrante 160°. Essa corrente de deriva litorânea transporta os sedimentos praias de sul para norte, por toda a costa paraibana. Quando essa corrente intercepta o Hotel Tambaú, provoca a deposição de sedimentos no setor sul do hotel, na praia de Tambaú, contribuindo para sua progradação sedimentar.

Havendo a deposição sedimentar no setor norte da praia de Tambaú, consequentemente ocorrerá um déficit sedimentar após o hotel, no setor sul da praia de Manaíra, na qual vem ocorrendo um intenso processo de erosão praias com a queda de um

antigo píer e as ondas, nas marés altas, incidindo diretamente no muro que separa a praia do calçadão (Figura 23).

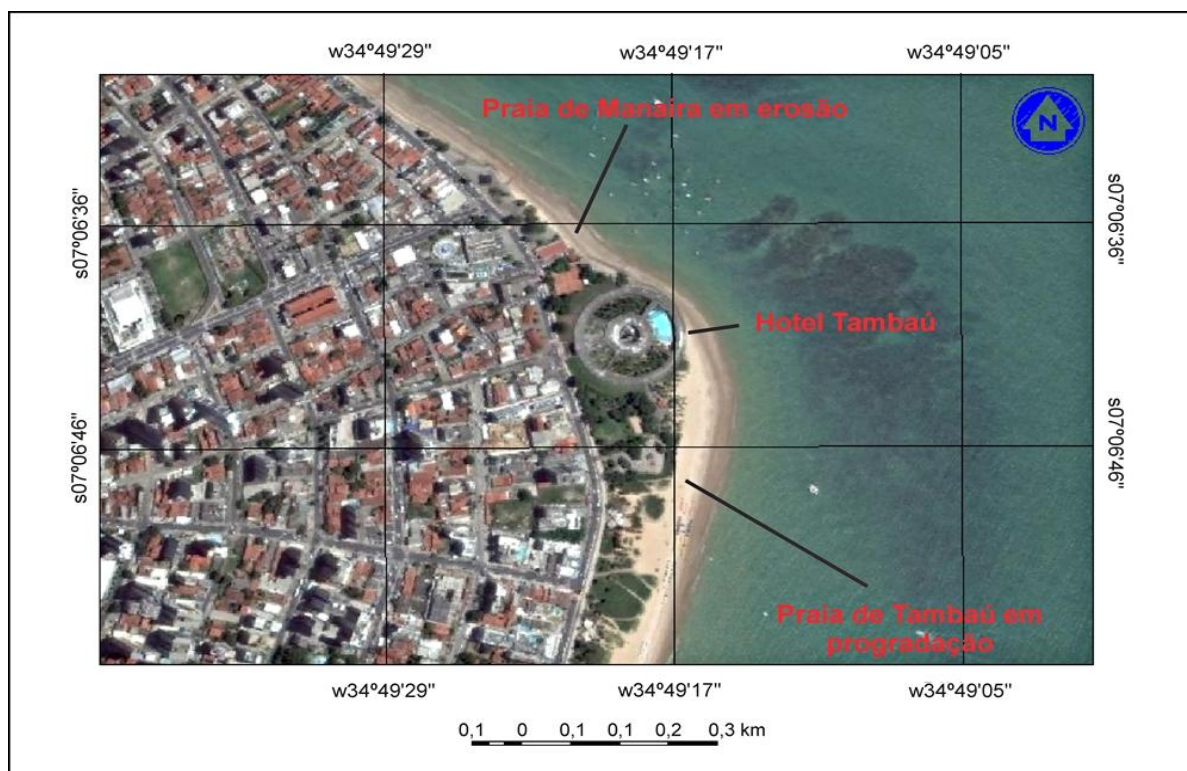


Figura 23 - Hotel Tambaú com a praia de Tambaú ao sul em progradação e com a praia de Manaíra ao norte em processo de erosão costeira.
Fonte: Google Earth (2015).

Portanto, a urbanização intensa da orla sem um planejamento prévio, com a cobertura de cordões litorâneos por construções e pavimentação são grandes causadores de processos erosivos diretos, por eliminarem um dos estoques sedimentares das praias e interferirem drasticamente na circulação da corrente de deriva litorânea que são responsáveis pelo transporte sedimentar.

As demais áreas de erosão acelerada se localizam, principalmente, nas vertentes de vales de rios com maiores declividades, onde ocorrem também os movimentos de massa induzidos, pois estas áreas já são tomadas pela urbanização, como é o exemplo dos vales dos rios Cuiá e Timbó. As áreas de movimentos de massa e de inundações e alagamentos serão vistas com maior ênfase na subseção a seguir, em que se analisam os riscos geológico-geomorfológicos e a relação entre a ocupação e o relevo.

Em relação à mineração, não seria necessário formular grandes explicações para demonstrar a sua estreita relação com a geomorfologia urbana local. A mineração origina

formas antropogênicas degradacionais no ato da escavação da mina, agradacionais com os depósitos formados pelos rejeitos dos materiais retirados da mina e niveladas, resultantes da destruição de formas anteriormente postas e agora aplainadas.

No município de João Pessoa, se realizam atividades de mineração em duas vias: a primeira, de forma clandestina, que corresponde à exploração de calcário nas pedreiras do Róger e Mandacaru e a segunda via é por meio da empresa CIMPOR, na Ilha do Bispo, onde o arcabouço geológico da área permite, graças às Formações Gramame e Maria Farinha, o afloramento e disponibilização de tais materiais rochosos a poucos metros de profundidade. Além da exploração de calcário, a empresa CIMPOR também conta com a extração de argila provinda das rochas da Formação Barreiras, que são argilosas e afloram em grande extensão no município.

As atividades de mineração realizadas pela CIMPOR CIMENTOS DO BRASIL LTDA, foram iniciadas no início da década de 30, conforme relata o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, feito pela empresa PROMINER (2010) para a referida empresa de cimento. As atividades de extração de calcário e argila da CIMPOR são desenvolvidas em três minas, nas Minas da Graça e Riacho Poente, com extração de calcário e também na Mina Sampaio com a extração de argila.

As minas de calcário são caracterizadas por conterem rochas carbonáticas, que, segundo Brasil (2002), são representadas por camadas sub-horizontais da Formação Gramame de idade Maastrichtiana. São calcários fossilíferos de granulometria fina, coloração creme, cinza escura na superfície e apresentam intercalações margosas. As áreas de mineração de calcário são recobertas por camadas mais delgadas da Formação Barreiras, de cor laranja-avermelhada. As minas, geralmente, acumulam água que escoam da vertente artificialmente construída e mantêm microformas em seu interior, que provém das explosões realizadas para o desprendimento da rocha. É comum encontrar depósitos de rejeitos em seu entorno.

Em relação ao tamanho das áreas de mineração do município, se observa que a empresa CIMPOR explora uma área de 0,59 km² na extração de calcário e 0,51 km² na extração de argila. As minas de Mandacaru e Róger exploram uma área de aproximadamente 0,16 km². No total, o município de João Pessoa conta com 1,26 km² de sua área relacionada à mineração. As Figuras 24 e 25 mostram minas de calcário do município de João Pessoa, onde se podem constatar relevo tecnogênico degradacional e agradacional.



Figura 24 - Formas degradacionais tecnogênicas – mina de calcário clandestina no bairro de Mandacaru, João Pessoa.
Fonte: Elaboração própria (2015).



Figura 25 - Formas degradacionais e agradacionais tecnogênicas – mina de calcário clandestina no bairro de Mandacaru, João Pessoa.
Fonte: Elaboração própria (2015).

Ainda falando sobre depósitos tecnogênicos, o aterro sanitário do município de João Pessoa, que atende também a região metropolitana, localiza-se no bairro de Mussurê e se constitui em um depósito tecnogênico de materiais gárbicos, ou seja, depósitos de materiais detriticos com lixo orgânico de origem humana. Este aterro sanitário foi construído em substituição ao antigo depósito de lixo do Róger e assenta-se sobre área não urbanizada do município (Figura 26).

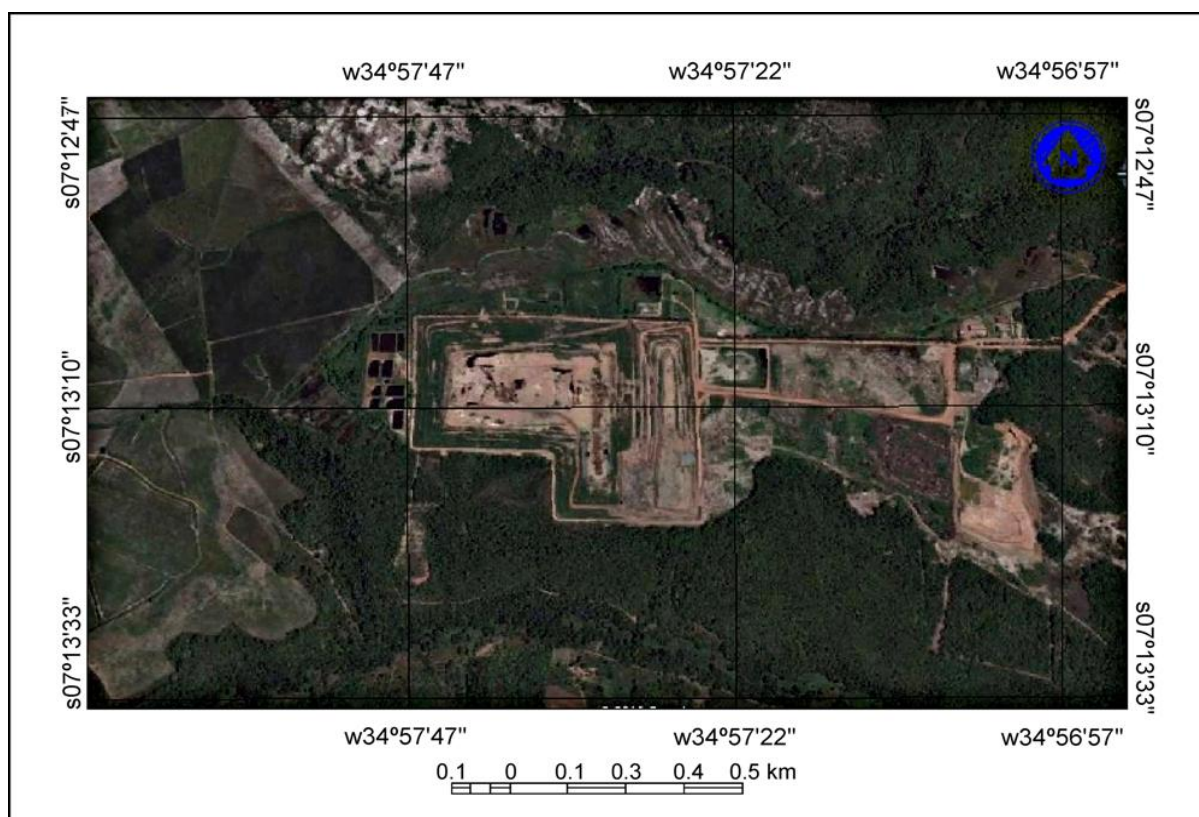


Figura 26 - Aterro sanitário do município de João Pessoa.
Fonte: Google Earth (2015).

Apesar de não estar situado na zona urbana do município de João Pessoa, o aterro sanitário não deixa de compor uma forma de relevo de origem tecnogênica, pois foi artificialmente construída pelo homem com fins de receber a deposição de resíduos de João Pessoa e região metropolitana. Assim, compõe um relevo positivo que acumula detritos de forma planejada e articulada, de maneira que evite riscos ao meio e à sociedade, pois o lixo produzido é descartado de maneira correta e o sistema implantado pelo aterro, no qual o solo é impermeabilizado antes da deposição do lixo, impede que haja contaminação do lençol freático por vazamento de chorume.

Além do aterro sanitário localizado no bairro de Mussuré, existem outros tipos de depósitos com acumulação de resíduos sólidos que não foram necessariamente preparados para este fim, trata-se dos amontoamentos de lixo de origem orgânica e inorgânica em áreas de vazios urbanos (Figura 27), e também da área ocupada pelo antigo lixão do Roger, que apesar de desativado, foi responsável por grandes modificações na camada de sedimentos em que foi instalado.



Figura 27 - Acumulação de lixo no bairro de Mandacaru.
Fonte: Elaboração própria (2015).

Este tipo de depósito de lixo a céu aberto e sem nenhum preparo do solo onde os resíduos são depositados são susceptíveis aos riscos citados acima, além de causar poluição e atrair animais. Outro problema relacionado ao acúmulo de lixo, em áreas indevidas, é o transporte deste lixo para as residências mais próximas quando se dão episódios de consideráveis períodos de chuvas. Os riscos relacionados ao acúmulo de lixo nos rios e áreas próximas serão tratados com maior ênfase na subseção posterior, em que se fala acerca dos riscos geológico-geomorfológicos.

O antigo lixão do Roger, representado no mapa geomorfológico como depósito de lixo (apêndice A) foi desativado no ano de 2003, para a sua transformação em Parque Ecológico, ele é considerado depósito antropogênico devido à modificação que o lixão perpetrou na camada de sedimentos onde o mesmo estava instalado. Apesar de sua desativação, uma área anteriormente ocupada por um lixão direto ao solo, sem impermeabilização, pode sofrer ainda pela ação de gases tóxicos e/ou chorume lixiviado com a contaminação do solo, águas subterrâneas e águas pluviais de rios próximos. Por isso, o mapeamento destas áreas é de fundamental importância.

Segundo Athayde Júnior (2009), existe um projeto de recuperação/remediação da área do antigo lixão por parte da Prefeitura de João Pessoa, o qual foi executado parcialmente, dividindo toda a massa de resíduos em 5 células. Dessas 5 células, 2 já foram recuperadas pela instalação de drenos para coleta de chorume, drenos para coleta de gases, queimadores de gases e recobrimento das células com uma camada de solo, além da construção de uma estação de tratamento para o chorume coletado.

7.4.2 Riscos geológico-geomorfológicos – ocupação x relevo

Os riscos geológico-geomorfológicos urbanos relacionam o fator ocupação *versus* tipos de formas de relevo. A forma com que o homem tem interagido com a topografia da área em que ocupa, seja em vertentes ou planícies, pode levar aos transtornos da ocorrência dos acidentes geológicos, que podem ser desastrosos ou não, dependendo do nível de risco em que determinada área se encontra.

O município de João Pessoa, que se caracteriza por ter topografia plana com apenas alguns trechos de áreas semicolinosas, abarca formas de planícies, superfície de tabuleiros e vertentes. Os principais riscos relacionados ao relevo do município e de sua ocupação são as inundações e alagamentos que acontecem em áreas de planície com baixas cotas de altimetria e os movimentos de massa que ocorrem nas vertentes das falésias, dos rios e dos cortes de estrada.

Os sistemas de drenagem precários em algumas comunidades; a retirada de vegetação nativa de vertentes para a sua ocupação; o acúmulo de lixo em local de circulação de águas superficiais e em rios; o estabelecimento de moradias localizadas em planícies de inundação de rios; e as construções em áreas de declividades acentuadas são alguns dos fatores que

acentuam os acidentes geológico-geomorfológicos no município de João Pessoa, uma área que representa bem todas estas condições é a comunidade do bairro São José (Figura 28).



Figura 28 - Comunidade do bairro São José.
Fonte: Elaboração própria (2014).

O bairro São José está localizado em terraços marinhos, às margens da jusante do rio Jaguaribe e no sopé de uma falésia inativa que está começando a ser ocupada. Os riscos que essa comunidade sofre vão desde a inundação da planície do rio Jaguaribe, os alagamentos das casas, adicionado à contaminação dessas águas pelo lixo jogado no próprio rio, facilitando a propagação de doenças de veiculação hídrica e os movimentos de massa que podem ocorrer graças ao desmatamento de trechos da falésia inativa para a sua ocupação. As inundações e alagamentos são comuns em vários trechos de rios do município de João Pessoa, pois os vales destes rios são ocupados pela população de baixa renda, que em geral, são os mais atingidos pelos acidentes geológico-geomorfológicos.

Segundo dados do relatório de ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa no município de João Pessoa, elaborado

pela CPRM (BRASIL, 2013), existem vinte e dois setores considerados de risco alto e muito alto em função de sua ocupação e de fenômenos naturais, além de outros pontos que não se enquadram nas categorias de alto e muito alto risco, porém, oferecem algum risco.

Em linhas gerais, em João Pessoa, tem-se uma ocupação desordenada e irregular das margens do Rio Jaguaribe e alguns de seus tributários, além de alguns afluentes do Rio Paraíba. Essas áreas sofrem com frequência os efeitos das cheias e geram danos onerosos ao município. As encostas do tipo tabuleiro da Formação Barreiras também sofrem com ocupação desordenada e assentamentos precários. Estes ambientes geológicos aliados a uma infraestrutura básica deficiente são os responsáveis pela existência das áreas de risco, que são agravadas em ocasiões em que ocorre um grande acumulado de chuvas em um período de poucos dias.

As vinte e duas áreas de alto e muito alto risco identificadas pela defesa civil do município juntamente com a CPRM estão localizadas nos seguintes bairros: Brisamar; Cruz das Armas; Expedicionários; Miramar; Timbó; Cristo; Baixo Róger; Alto do Mateus; Jardim Planalto; Oitizeiro; Castelo Branco; Valentina; João Agripino; e Trincheiras (anexo A). Nestes bairros, as áreas que apresentam risco de acidentes geológico-geomorfológicos estão classificadas em alto e muito alto risco, segundo os seguintes critérios:

1º – Critérios de classificação de risco de movimentos de massa:

Alto: observa-se a presença de significativa evidência de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.);

Muito alto: as evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas) são expressivas e presentes em grande número ou magnitude (BRASIL, 2013).

2º – Critérios de classificação de risco de inundações e alagamentos:

Alto: drenagens ou compartimentos de drenagens sujeitas a processos com alto potencial de causar danos, média frequência de ocorrência e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade;

Muito alto: drenagens ou compartimentos de drenagens sujeitas a processos com alto potencial de causar danos, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade (BRASIL, 2013).

Para melhor entendimento de quais locais estão sendo afetados pelos altos e muito altos riscos de acidentes geológico-geomorfológicos, será feita uma descrição detalhada dos

vinte e dois pontos que apresentam riscos e quais os tipos de risco em cada um deles. A tabela 6 descreverá os pontos de ocorrência, o tipo de risco e o grau deste risco.

Tabela 6 - Identificação das áreas de risco no município de João Pessoa.

	LOCAL (Bairro/Rua)	TIPOLOGIA	GRAU DE RISCO
1	Brisa Mar / Travessa Mauro Magalhães - Rio Jaguaribe	Inundação	Muito Alto
2	Cruz das Armas / Rua Osvaldo Lemos - Rio Jaguaribe	Inundação	Muito Alto
3	Expedicionários / Rua Agostinho Figueiredo - Rio Jaguaribe	Inundação	Muito Alto
4	Miramar / Av. Ministro José Américo de Almeida - Rio Jaguaribe	Inundação	Muito Alto
5	Brisamar - Manaíra / Rua Edmundo Filho - Rio Jaguaribe	Inundação	Muito Alto
6	Timbó / Rua Antônio Camilo dos Santos	Alagamento	Alto
7	Timbó / Rua Rosa Lima dos Santos	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
8	Timbó / Rua Antônio dos Santos	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
9	Cristo - Comunidade Pedra Branca / BR-230	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
10	Baixo Róger - Estação de Tratamento / Rua Severino José Nascimento	Alagamento	Alto
11	Alto do Mateus / Rua Cpto Ary Barroso	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
12	Jardim Planalto / Rua Marta Luz	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
13	Oitizeiro / Travessa Mario Magalhães	Escorregamento Planar solo/solo	Alto

14	Cruz das Armas / Rua do Tambor	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
15	Castelo Branco / Rua Cônego João de Deus	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
16	Miramar / Rua São Vicente	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
17	Miramar / Av. Ministro José Américo de Almeida	Escorregamento Planar solo/solo; Enxurrada	Alto
18	Castelo Branco / R. Joaquim P. da Silva/ BR-230	Escorregamento Planar solo/solo	Muito Alto
19	Valentina / Rua Jorge de Barros Barbosa	Escorregamento Planar solo/solo	Alto
20	João Agripino / Rua Edmundo Filho	Escorregamento Planar solo/solo	Muito Alto
21	Trincheiras / Av. Saturnino de Brito	Escorregamento Planar solo/solo	Muito Alto
22	Trincheiras / Av. Saturnino de Brito	Escorregamento Planar solo/solo	Muito Alto

Fonte: Adaptada de Brasil (2013).

Como explanado anteriormente neste trabalho, o clima e, principalmente, as chuvas em João Pessoa, são fatores que evidentemente acentuam o risco e o acidente geomorfológico, especificamente, os escorregamentos em encostas de origem sedimentar e as inundações e alagamentos em áreas ocupadas pela urbanização. Um dos eventos de movimento de massa, recentemente registrado no município de João Pessoa, que demonstra a grande responsabilidade climática e antropogênica sobre o relevo atual e sobre os acidentes geológico-geomorfológicos, foram as chuvas que ocorreram no mês de setembro do ano de 2014, que atingiram de forma enérgica um dos pontos registrados pela defesa civil como de muito alto risco (nº 18 - tabela 6), localizado na Rua Joaquim Pedro da Silva (BR-230), no bairro do Castelo Branco, proximidades do campus I, da Universidade Federal da Paraíba (Figura 29).



Figura 29 - Deslizamento de terra em vertente de corte de estrada na BR 230, bairro do Castelo Branco.
Fonte: Acervo fotográfico da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil / COMPDEC – JP (2014).

Este trecho se trata de uma vertente antropogênica de corte de estrada, que se encontra com o topo ocupado por casas de alvenaria separadas da borda por uma canaleta de drenagem superficial danificada que, além da chuva, recebe constantemente águas servidas dos imóveis. O talude mostra feições erosivas em forma de sulcos e, para mitigar essa situação de risco de movimento de massa, esta área se encontra hoje coberta por uma camada de lona impermeável para impedir que a água continue infiltrando na vertente e diminuir, assim, os riscos de ocorrer novos acidentes de maiores magnitudes, envolvendo a perda de bens materiais e vidas humanas.

Ainda se tratando de áreas sujeitas à ocorrência de movimentos de massa no bairro do Castelo Branco, na área denominada por Brasil (2013) de número 15 (tabela 6) - Rua Cônego João de Deus, localizada na comunidade Santa Clara, onde existem duas vertentes separadas por talvegue, cujas bordas são ocupadas desordenadamente por edificações de alvenaria. Apesar do trabalho de contenção de risco ter sido iniciado na área e terem sido inseridos gabiões para a drenagem, a população residente ainda lança águas servidas no talude da

vertente, que já se apresenta com feições erosivas e alto risco (Figura 30). Neste caso, a interferência antropogênica acelera significativamente o processo de erosão e aumenta o nível de risco.



Figura 30 - Moradias construídas no topo de vertentes lançando águas servidas sobre o talude na Comunidade Santa Clara, bairro do Castelo Branco.

Fonte: Acervo fotográfico da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil / COMPDEC – JP (2014).

Segundo informações da COMPDEC – JP (2014), uma área de muito alto risco relacionada à inundação e alagamento, delimitada como área de nº 4 por Brasil (2013) (tabela 6), localizada no bairro do Miramar, na Av. Ministro José Américo de Almeida, também foi afetada pelas chuvas do mês de setembro de 2014, registrando ocorrências de inundação de trechos da planície do rio Jaguaribe e alagamento das moradias adjacentes (Figura 31). A área citada não possui sistemas de drenagem eficazes, além de haver lançamento de esgoto, acúmulo de lixo e entulho nas margens do rio. Contém também pontos de estrangulamento à drenagem, como pontes subdimensionadas à vazão de cheia.



Figura 31 - Área inundada no bairro do Miramar.

Fonte: Acervo fotográfico da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil / COMPDEC – JP (2014).

Outro risco relacionado à urbanização é o assoreamento de rios, este pode colaborar expressivamente para a ocorrência de inundações e alagamentos, pois com o assoreamento os canais dos rios ficam mais rasos, passando a suportar cada vez menos água. Os rios podem ser assoreados por sedimentos, detritos urbanos, acúmulo de lixo etc., a retirada da vegetação das margens dos rios potencializa este processo de assoreamento e isso ocorre com mais frequência em áreas urbanizadas. Neste caso, as intervenções com obras de engenharia são necessárias, para mitigar os danos.

Um estudo da COMPDEC (2015) relata os principais pontos em processo de assoreamento nos rios do município de João Pessoa, contabilizando no total, oito rios que passam por este processo, sendo o rio Jaguaribe portador de dois pontos de assoreamento. Pode-se constatar a localização de cada ponto assoreado na Tabela 7. Os oito rios que passam por processo de assoreamento são os rios: Jaguaribe; Timbó; Laranjeiras; Pacote; Cuiá; da Bomba; São Bentinho; e do Cabelo. Estes pontos de assoreamento nos rios citados estão

localizados nos bairros São José, Bancários, Mangabeira, Distrito Industrial, Valentina, Treze de Maio, Mandacaru, Seixas e Bessa.

Tabela 7 - Relação dos rios urbanos assoreados que causam inundação de suas margens no período das chuvas em João Pessoa.

Ordem	Rios	Localização
1	Rio Jaguaribe	Trecho: Três Lagoas a Bairro São José
2	Rio Timbó	Com. Timbó - Bancários
3	Rio Laranjeiras	Mangabeira / Colibris/ José Américo
4	Riacho Pacote	Distrito Mecânico/ Renascer I
5	Rio Cuiá - Valentina	Valentina / PB- 008
6	Rio da Bomba	Treze de Maio/ Padre Zé
7	Rio São Bentinho	Mandacaru
8	Rio do Cabelo	Distrito Industrial de Mangabeira à Praia do Seixas
9	Rio Morto (Jaguaribe)	Com. Washington Luís (Bessa)

Fonte: Adaptada de COMPDEC (2015).

Além da análise de assoreamento dos rios em geral no município, a COMPEC trata também de maneira específica, o bairro do Bessa, conhecido historicamente por seus casos de consecutivas inundações e alagamentos. Dados coletados em Janeiro do corrente ano mostram trechos dos canais urbanos que se encontram assoreados no bairro do Bessa. Este bairro está localizado nos cordões litorâneos do extremo norte do município.

As periódicas inundações e alagamentos que acometiam este bairro se deveram às baixas cotas altimétricas presentes os cordões litorâneos, por se tratar de uma ampla planície e terraços marinhos (Figura 32) e pela densa urbanização e impermeabilização do solo, além do processo de assoreamento dos rios. As intervenções no sistema de drenagem do bairro amenizaram tais problemas, entretanto, a reativação da ocorrência de assoreamento dos canais e do rio Jaguaribe podem fazer com que os alagamentos retornem se não houver intervenções.



Figura 292 - Cordões litorâneos onde se localiza o bairro do Bessa e o município de Cabedelo.

Fonte: Modificada de Acervo Paulo Rosa (2009).

Disponível em <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1430151>.

Acesso em 24 de maio de 2015.

Enfim, as vinte e duas áreas em alto e muito alto risco de inundações e movimentos de massa no município de João Pessoa estão sendo estudadas por órgãos competentes, assim como os rios que estão em processo de assoreamento e que podem acentuar os riscos. Estes estudos são feitos com o objetivo de amenizar a ocorrência dos acidentes geológico-geomorfológicos, que tudo têm a ver com a forma de ocupação urbana desordenada sobre formas de relevo instabilizadas pelas suas características geológicas, geomorfológicas, o clima local e as ações antropogênicas.

Como citado anteriormente, os pontos considerados de risco geológico-geomorfológicos do município de João Pessoa vão para além das vinte e duas áreas identificadas como alto e muito alto risco por Brasil (2013), pois existem outros pontos, não considerados de alto e muito alto risco, que também causam acidentes consideráveis. Como por exemplo, as sucessivas quedas de blocos nas falésias urbanizadas de Cabo Branco, assim

como os deslizamentos em vertentes de falésias inativas no bairro do Altiplano, estes últimos ocorrem mais frequentemente em períodos chuvosos.

Há também a incidência de outros pontos de inundações e alagamentos além das áreas mapeadas por Brasil (2013), como é o caso das imediações do Parque Solón de Lucena e da Estação Ferroviária do município de João Pessoa. Recentemente, no mês de junho do corrente ano foram registrados alagamentos de dimensões consideráveis na Rua Bancário Sérgio Guerra, a principal via do bairro dos Bancários, e também no bairro da Torre, onde se constatou alagamentos e trânsito intenso na Avenida Rui Barbosa e na Avenida Epitácio Pessoa.

Os processos erosivos naturais são mais intensos na medida em que o relevo tem maiores declividades e em áreas que sofrem influência de altos índices pluviométricos. A geologia sedimentar do município, que possui rochas brandas e pouco coesas; as vertentes desmatadas e intensamente erodidas pela ação da chuva e pela urbanização dos topos e encostas; lançamento de águas servidas em taludes e as demais alterações do relevo ocasionadas pela interferência antropogênica maximizam a possibilidade da ocorrência de riscos geológico-geomorfológicos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento geomorfológico em áreas urbanas, principalmente no Brasil, necessita de um maior aprofundamento e disseminação, haja vista sua grande utilidade para o zoneamento ambiental e ordenamento territorial. Porém, os temas relacionados ao estudo da geomorfologia urbana ainda têm sido pouco difundidos, tanto nos aspectos teóricos quanto nos que se referem à geomorfologia urbana aplicada.

Todo estudo de caráter espacial, em que se deseja intervir no espaço, necessita do efetivo conhecimento do relevo e de seu substrato geológico, pois a geologia influencia de forma exímia o relevo e é onde ocorrem as mais diversas atividades humanas e econômicas. Portanto, é necessário conhecer o relevo, seu embasamento geológico, sua morfologia e dimensões.

O exemplo deste trabalho enfatiza o quanto os produtos cartográficos gerados são instrumentos importantes para gerenciamento e/ou futuras intervenções antrópicas no município de João Pessoa, que conta com dados concretos e informações precisas dos aspectos geológico-geomorfológicos da área e são documentos de múltiplos usos e ferramentas indispensáveis para a elaboração de estudos obrigatórios pela legislação brasileira como os Estudos de Impacto Ambiental e o Relatório de Impactos Ambientais (EIA-RIMA).

Sob uma perspectiva geral, a geomorfologia do município de João Pessoa pode ser dividida em dois grupos de morfoesculturas: os Tabuleiros Litorâneos e a Baixada Litorânea, esculpidos sobre os sedimentos da Formação Barreiras e sobre a cobertura Aluvial, respectivamente. Os tabuleiros cobrem a maior parte do município com 79% da área, formando superfícies aplainadas a suavemente convexas. A Baixada Litorânea, composta pelos colúvios, terraços e planícies, compõe as regiões adjacentes aos rios, riachos, praias e suas retaguardas, e representam 21% da área total do município. Conta com seis tipos de formas de acumulação dentre as quais se dispõem as planícies fluviais, marinhas e intermareais, os terraços e colúvios; e com três tipos de formas denudacionais, duas de topos tabulares e uma de topo convexo.

As formas e processos do sexto táxon do mapa geomorfológico são as formas atuais e de representação pontual, que tiveram sua gênese relacionada a processos morfogenéticos naturais e/ou antropogênicos. A geomorfologia urbana do município de João Pessoa foi analisada através da identificação, quantificação e estudo das formas e processos relacionados à intervenção urbana ou antropogênica, que se encontram mapeados no sexto táxon. Também

foram abordados dentro da discussão da geomorfologia urbana do município, a ocupação humana sobre determinadas formas de relevo, que devido aos processos climáticos, à geologia da área e à intervenção antropogênica originam ou potencializam o surgimento de áreas de risco geológico-geomorfológicos.

O estudo específico da geomorfologia urbana do município de João Pessoa mostrou que apesar da topografia geral do município ser originalmente plana à suavemente ondulada, a urbanização, no decorrer do tempo, tem modificado as bases geomorfológicas e até mesmo as geológicas da área. Tendo em vista que cursos de rios foram alterados, a exemplo dos rios Jaguaribe e Marés; vertentes antropogênicas foram criadas, como ocorreram nos cortes de estrada da BR 230 que corta o município; planícies de inundação de rios foram ocupadas, como as planícies dos rios Sanhauá e Jaguaribe, assim como a área das principais bacias hidrográficas que cortam o município, como a bacia dos rios Jaguaribe e Cuiá.

Além disso, áreas onde ocorrem processo natural de arenização têm sido modificadas pela extração de areia para a construção civil; os topos das falésias foram urbanizados, causando grandes transtornos conforme a erosão da barreira avança; grandes áreas de degradação ou erosão foram criadas através da mineração do calcário e argila; e muitos outros processos antropogênicos têm modificado as formas de relevo do município.

Quanto às modificações geológicas, as principais se referem aos depósitos antropogênicos, que se desenvolvem por via de deposição de sedimentos de material úrbico (detritos urbanos, materiais terrosos com artefatos manufaturados como tijolos, vidro, concreto...), gárbico (depósitos de materiais detríticos com lixo orgânico de origem humana), espólico (materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem) ou dragados (materiais terrosos provenientes de dragagens de cursos de água).

Na área de estudo, observou-se a presença de depósitos de material úrbico, no que se refere aos depósitos de rejeitos que se encontram, principalmente, ao redor das minas e também em áreas relacionadas à construção civil ou demolição de casas ou prédios; e depósitos de material gárbico, que se referem à acumulação de lixo, tanto a céu aberto, quanto no aterro sanitário do município de João Pessoa.

Quanto aos dados dos mapas de hipsometria e declividade, nota-se que as maiores cotas de altimetria se encontram a oeste enquanto os valores vão decrescendo em direção leste, podendo indicar certo basculamento desta área em direção leste. As maiores declividades da área se encontram onde há vertentes de rios e falésias, que são também, as

áreas que possuem maiores riscos de acidentes geológico-geomorfológicos relacionados a movimentos de massa. As áreas de menor declividade e menor altimetria, que são as mais planas e baixas, também são suscetíveis ao risco geológico-geomorfológico, mas, nestas áreas, o tipo de risco que se corre é o de inundação e alagamento.

Diante dos dados expostos, o conhecimento detalhado da geologia e da geomorfologia da área de estudo, assim como das áreas de risco geológico-geomorfológico, através da produção de mapas detalhados e de levantamentos qualitativos e quantitativos dá a essa pesquisa seu caráter de uso prático, e não somente científico, e pode colaborar como fonte de consulta para conhecimento das bases físicas do município e, assim, corroborar com projetos de intervenção na área, que necessitem dos dados aqui disponibilizados.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2007.
- AHNERT, F.. **Introduction to Geomorphology**, Arnold, London, 1998. 352 p.
- ANDRADES FILHO, C. O. **Análise morfoestrutural da porção central da Bacia Paraíba (PB) a partir de dados MDE-SRTM e ALOS-PALSAR FBD**. 2010. 150f. Dissertação (mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2010.
- ARAI, M. A grande elevação Eustática do Mioceno e sua influência na origem do grupo Barreiras. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1 - 6, 2006.
- ARAÚJO, M. E. **Estudo geomorfológico do extremo sul do litoral da Paraíba**. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1993.
- ARAÚJO, M. E. **Água e Rocha na Definição do Sítio de Nossa Senhora das Neves, atual Cidade João Pessoa – Paraíba**. 2012. 297f. Tese (doutorado) - Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.
- ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; NÓBREGA, C. C.; GADELHA, C. L. M.; SOUZA, I. M. F.; FAGUNDES, G. S. Efeito do antigo Lixão do Roger, João Pessoa, Brasil, na qualidade da água subterrânea local. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 1, p. 142 - 155, 2009.
- BATHRELLOS, G. D. An Overview in Urban Geology and Urban Geomorphology. **Bulletin of the Geological Society of Greece**. Athens, n. 1, p. 1354 - 1364, 2007.
- BEZERRA, F. H. R. Deformação tectônica na Formação Barreiras: exemplos das bacias Potiguar e Paraíba, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO E ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SULAMERICANO. Búzios - RJ. **Anais...** Abequa, 2011.
- BEZERRA, F. H. R.; ROSSETTI, D. F. ; OLIVEIRA, R. G.; MEDEIROS, W. E.; BRITO NEVES, B. B.; BALSAMO, F.; NOGUEIRA, F. C. C.; DANTAS, E. L.; ANDRADES FILHO, C.; GÓES, A. M. Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. **Tectonophysics**, v. 614, p. 78 – 90, 2014.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa**. João Pessoa: CPRM, 2013. 8 p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&>> Acesso em 27 de setembro de 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira**: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. Ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 91 p.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Folhas Nossa Senhora da Penha, Santa Rita, João Pessoa e Mata da Aldeia**. Recife: SUDENE, 1974. Escala 1:25.000.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 8 de maio de 2014.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVERIA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Eds.). **Geologia da Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 587 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 1980. 188 p.

COATES, D. R. **Urban Geomorphology**. The Geological Society of America Colorado, Estados Unidos, 1976. 166 p.

COMPDEC – JP. **Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil**. Trechos dos canais urbanos assoreados no bairro do Bessa - João Pessoa. Acervo da instituição, 2015.

COMPDEC – JP. **Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil**. Acervo fotográfico da instituição, 2014.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução de N° 303 de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html> Acesso em 29 de maio de 2015.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management: a new introduction**. 2. Ed. Oxford: Clarendon Press, 1990. 410 p.

COUTINHO, M. A. F. **Evolução urbana e qualidade de vida: o caso da Avenida Epitácio Pessoa**. 2004. 205 f. Dissertação (mestrado) – Programa Regional de Pós-graduação em

Desenvolvimento em Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba: UFPB, 2004.

CSIMA, P. Urban Development and Anthropogenic Geomorphology. In: SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (Eds.). **Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms**. London–New York: SPRINGER Science+Business Media B.V., Dordrecht-Heidelberg, 2010. 298 p.

DÁVID, L. Quarrying and Other Minerals. In: In: SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (Eds.). **Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms**. London–New York: SPRINGER Science+Business Media B.V., Dordrecht-Heidelberg, 2010. 298 p.

DEMEK, J. Generalization of geomorphological maps. **Progress Made in Geomorphological Mapping**, Brno, 1977, p. 36 - 72.

DOUGLAS, I. Urban planning policies for physical constraints and Environmental change. In: HOOKE, J. M. (Org.). **Geomorphology in Environmental Planning**. England: Devon, 1998. 274 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **III Plano Diretor da Embrapa Tabuleiros Costeiros 2004-2007**. 1. ed. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2005. 44 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plano Diretor do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC)**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 37 p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394 p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 320 p.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na Geomorfologia Urbana. **Revista do departamento de geografia (USP)**, São Paulo, v. 16, p. 76 – 80, 2005.

FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa 1:100.000**. 2007. 213 f. Tese (doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo: USP, 2007.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61 – 70, 2006.

GOOGLE (2015). **Google Earth**. Google Inc., 2014. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 02 de Fevereiro de 2015.

GOOGLE (2014). **Google Earth**. Google Inc., 2014. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 14 de setembro de 2014.

GRAEFF, O. R. Licenciamento Ambiental Urbano. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 277 p.

GRANELL-PÉREZ, M.C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. 2. Ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. 128 p.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 477 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 477 p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico**. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

HERZ, R.; DE BIASI, M. Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro. **Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para os Recursos do Mar**. Brasília: M. M., 1989.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 277 p.

KOURY, M. G. P. Viver a cidade: um estudo sobre pertença e medos. **Revista Brasileira de Sociologia da Emoção**, v. 4, n. 11, p. 172 - 183, 2005.

LACERDA, H. Notas de Geomorfologia urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA – EREGEO, Porto Nacional (TO). **Anais...** Porto Nacional, EREGEO, disco compacto, 2005, 10 p.

LACERDA, H.; TEIXEIRA, L. L. F. M.; OLIVEIRA, S. N.; JESUS, A. S.; SANTOS, L. R. Formas de relevo, uso da terra e riscos geológicos na área central de Anápolis (GO). **Plurais**, v. 1, n. 2, 2005.

LAVIERI, J. R.; LAVIERI, M. B. F. Evolução urbana de João Pessoa pós-60. In: GONÇALVES, R. C.; LAVIERI, M. B. F.; LAVIERI, J. R.; RABAY, G. (Eds.). **A questão urbana na Paraíba**. João Pessoa: Ed. Universitária/UFPB, 1999. 84 p.

LEAL E SÁ, L. T. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB**. 1998. 127 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.

LIMA, C. C. U. O. Neotectonismo na Costa do Sudeste e do Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 15, p. 91 - 102, 2000.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte: base estrutural. **Estudos Geológicos UFPE**, série B, Recife, v. 10, p. 33 - 44, 1991.

MAIA, D. S. **Tempos lentos na cidade: permanências e transformações dos costumes rurais na cidade de João Pessoa-PB**. 2000. 363 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000.

MENDONÇA, J. B.; GONÇALVES, R. C. Em busca de uma compreensão do espaço urbano: origens e ocupação da cidade de João Pessoa e do bairro de Jaguaribe (século XVI ao século XIX). **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 3, v. 2, 2010.

MESCERJAKOV, J. P. Les concept de morphostruture et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. **Annales de Géographie**, v. 77, n. 423, 1968, p. 539 - 552.

NONATO, C. A. Avaliação de áreas de risco geológico em Belo Horizonte – MG. Estudo de caso: A Vila Pedreira Prado Lopes. In: **Geologia Urbana – Gestão Municipal**. Belo Horizonte: Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais (Singeo-MG), p. 191 – 198, 2006.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M. C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 382 p.

OLIVEIRA, S. M. B.; CORDANI, U. G.; FAIRCHILD, T. R. Atmosfera, clima e mudanças climáticas. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.) **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 624 p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 394 p.

PARAÍBA. SUDEMA. **Mapa pedológico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. Escala: 1:500.000.

PELOGGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da Geologia do Tecnógeno do Município de São Paulo**. 1996. 262 f. Tese (doutorado), Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 1996.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, p. 257 - 268, 1997.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998. 270 p.

PELOGGIA, A. U. G. O Tecnógeno existe? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, São Pedro (SP). **Anais...** ABGE (CD-ROM), 1999. 13 p.

PELOGGIA, A. U. G. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Recife (PE), **Anais...** Abequa, 2003.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v.16, p. 24 – 31, 2005.

PEREIRA FILHO, O.; ALVES, J. R. P. **Conhecendo o manguezal**. Apostila técnica, Grupo Mundo da Lama. 4 ed. Rio de Janeiro, 1999. 10 p.

PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA DE JOÃO PESSOA / Coordenação: Lígia Maria Tavares da Silva; **Prefeitura Municipal de João Pessoa** – João Pessoa: F & A Gráfica e Editora, 2012. 100 p.

PMJP. **Plano Diretor da Cidade de João Pessoa**. Prefeitura Municipal de João Pessoa – SEPLAN, 2009. Disponível em:
<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/seplan/plano-diretor/> Acessado em 17 de agosto de 2015.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 768 p.

PROMINER PROJETOS LTDA. **Plano de recuperação de áreas degradadas Minas da Graça, Riacho do Poente e Sampaio João Pessoa – PB**. São Paulo, 2010.

RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia antropogênica na definição de Unidades espaciais de Planejamento Urbano: um exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 17, p. 101 - 111, 2005.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 88 p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394 p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da taxonomia do Relevo. **Revista do departamento de geografia** (USP), São Paulo, n.6, p. 17 - 29, 1992.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 240 p.

SAADI, A. A geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. In: 7º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA/1º FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba-PR, UFPR, 1997.

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 277 p.

SEMAM. Secretaria do Meio Ambiente do município de João Pessoa. **Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica**. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Disponível em:
http://anamma.com.br/imagens_conteudo/userfiles/Plano%20mata%20atlantica.pdf. Acesso em 29 de maio de 2015.

SILVA, J. X. Geomorfologia e geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização e bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 472 p.

SILVA, M. E.; MACHADO, R. Deformações de rochas: estruturas e processos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.) **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 624 p.

SOUZA, J. F. **Análise das mudanças do uso e ocupação do solo, variabilidade da temperatura e do saldo de radiação em João Pessoa-PB**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - PPGECAM, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba: UFPB, 2014.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (Eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, p. 130 - 152, 2005.

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

SPU. **Superintendência do Patrimônio da União no estado da Paraíba**. 2013.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia física e geomorfologia: uma (re)leitura**. Ijuí: Unijuí, 2002. 112 p.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the State of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: **International Symposium on Coastal Evolution in The Quaternary**, São Paulo. Special Publication, n. 1, 1978.

SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (Eds.). **Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms**. SPRINGER Science + Business Media B.V., Dordrecht-Heidelberg London–New York, 2010, 298 p.

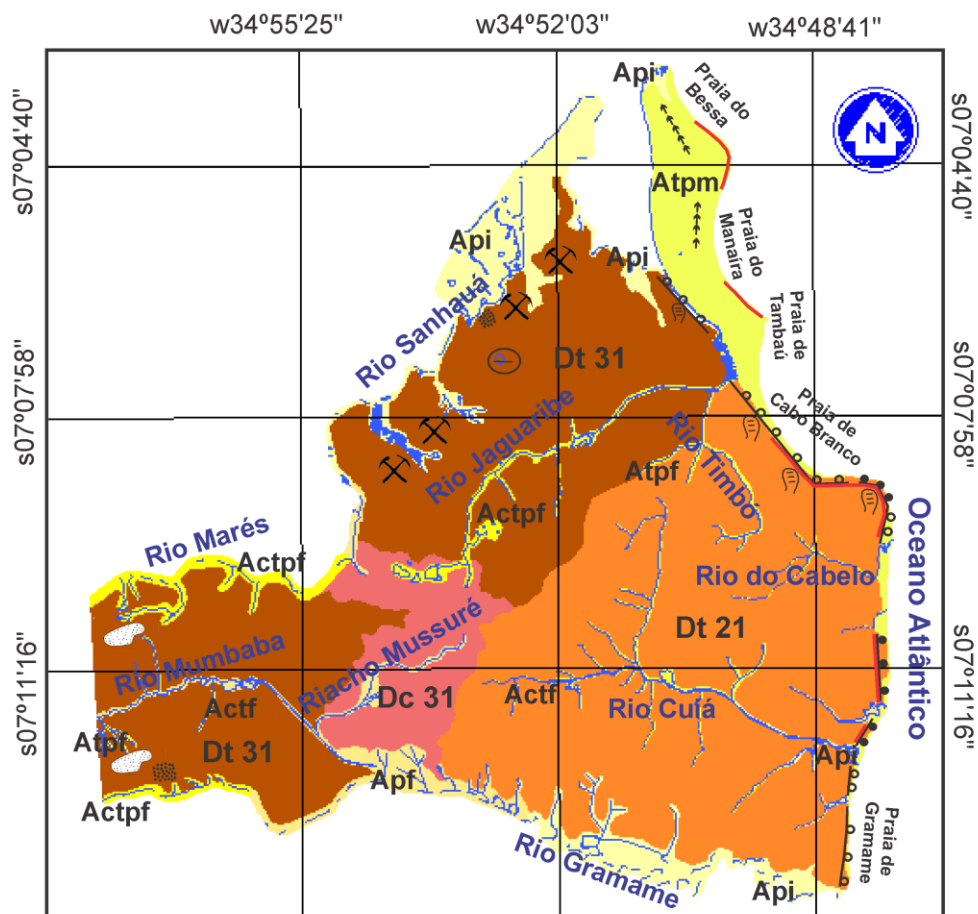
TRICART, J. **Principes et méthodes de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496 p.

VENTURI, L. A. B. O papel da técnica no processo de produção científica. In: VENTURI, L. A. B (Org.). **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 240 p.

APÊNDICE A

Mapa Geomorfológico

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA Geomorfologia



0 4 8 km

Datum: SIRGAS 2000
Sistema de Projeção UTM

1º TÁXON	2º TÁXON	3º TÁXON	4º TÁXON	5º TÁXON	6º TÁXON
Morfoestruturas	Morfoesculturas	Padrões de formas de relevo	Tipos de formas de relevo	Tipos de formas de vertentes	Formas atuais
Sedimentos Quaternários	Baixada Litorânea		Actf Actpf Atpf Atpm Apf Api		Arenização
Cobertura sedimentar de plataforma (Formação Barreiras)	Baixos planaltos costeiros		Dc 31 Dt 21 Dt 31	Ver perfis (apêndice B)	Dolina
Bacia sedimentar Paraíba					Depósitos de lixo
					Falésia ativa
					Falésia inativa
					Mineração
					Restinga
					Movimento de massa
					Erosão costeira

Dimensão interfluvial média (classes)	Muito grande (1) (> 1500m)	Grande (2) (1500 a 700m)	Média (3) (700 a 300m)	Pequena (4) (300 a 100m)	Muito pequena (5) (< 100m)
Entalhamento médio das vales (classes)					
Muito fraco (1) (< 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160m)	41	42	43	44	45
Muito forte (5) (> 160m)	51	52	53	54	55

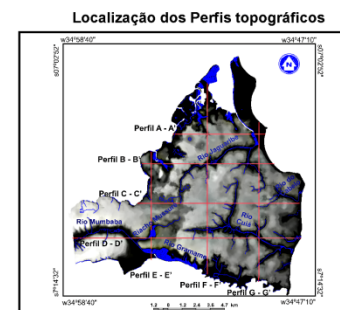
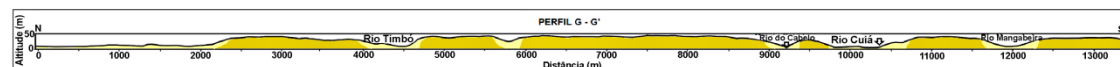
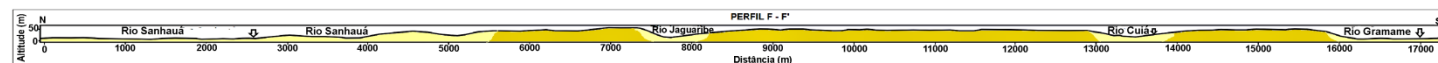
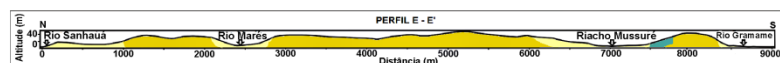
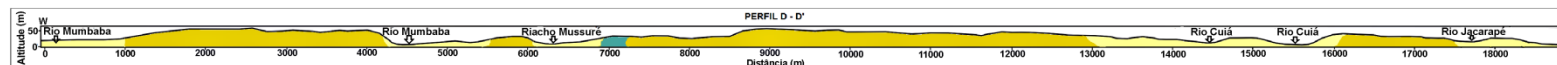
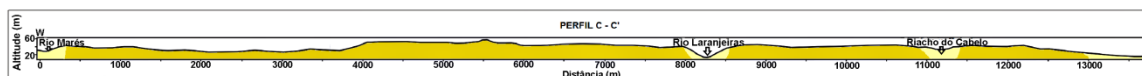
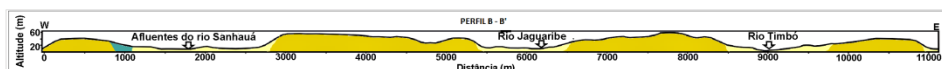
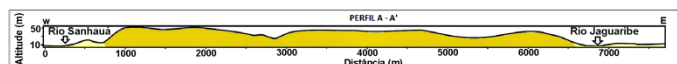
FORMAS DE DENUDAÇÃO:
D - denudação
Dt - denudação com formas tabulares
Dc - denudação com formas convexas

FORMAS DE ACUMULAÇÃO:
A - Acumulação
Atpf - Formas de terraço e planície fluvial
Api - Formas de planícies intermareais
Apf - Formas de planícies fluviais
Atpm - Formas de terraços e planícies marinhas
Actpf - Formas de colúvio, terraço e planícies fluviais
Actf - Formas de colúvio, e terraços fluviais

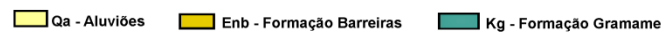
APÊNDICE B

Perfis Topográficos

5º TÁXON - PERFIS TOPOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA



Legenda:



ANEXO A

Mapa dos bairros de João Pessoa

