



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
(ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
Área de Concentração:  
**GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL**

---

**Eduardo Galliza do Amaral Marinho**

**BASES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS  
DAS ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS NO  
MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)**

**Tese de Doutorado**

**2011**

**RECIFE (PE)  
FEVEREIRO 2011**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
(ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
Área de Concentração:  
**GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL**

---

**Eduardo Galliza do Amaral Marinho**

**BASES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS DAS ORGANIZAÇÕES  
ESPACIAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)**

**Tese de Doutorado**

**RECIFE (PE)  
FEVEREIRO 2011**

## **EDUARDO GALLIZA DO AMARAL MARINHO**

Bacharel e Licenciado em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, 1986 e 1998

Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal da Paraíba, 1995

Especialista em Análise Geo-Ambiental, Universidade Federal do Ceará, 1990

Pós-Graduado em Direito Trabalhista, Escola Superior da Magistratura Trabalhista, 1998

Especialista em Linguística do Texto, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, 2002

## **BASES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS DAS ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann e Coorientada pelo Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima em preenchimento parcial dos requisitos para obter o grau de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental.

**RECIFE (PE)  
FEVEREIRO 2011**

Catalogação na fonte  
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

**M338b**

**Marinho, Eduardo Galliza do Amaral.**

Bases geológicas e geomorfológicas das organizações  
espaciais no Município de João Pessoa (PB) / Eduardo  
Galliza do Amaral Marinho. - Recife: O Autor, 2011.

318 folhas; il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes  
Neumann.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco.  
CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2011.

Inclui Referências.

**I. Neumann, Virgílio Henrique de Miranda Lopes (orientador).**  
**II. Título**

**551 CDD (22. ed.)**

**UFPE/BCTG/2012-10**

## TERMO DE APROVAÇÃO

**EDUARDO GALLIZA DO AMARAL MARINHO**

### **BASES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS DAS ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)**

Tese aprovada, **por unanimidade**, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Geociências, Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, conforme documento apresentado na sequência, firmado pela seguinte banca examinadora:

Defendida em 24 de fevereiro de 2011

Geólogo Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann (Orientador)  
Pós-Doutor em Geologia - Universidade do Texas - EUA  
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2  
Professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco

Geógrafo Eduardo Rodrigues Viana de Lima (Coorientador)  
Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista “campus” Rio Claro  
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2  
Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba

Geólogo José Antonio Pacheco de Almeida (Examinador Externo)  
Doutor em Geografia e Planejamento - Universidade Toulouse II - França  
Pesquisador do Núcleo de Excelência FAPITEC/CNPq  
Professor do Núcleo de Geologia da Universidade Federal de Sergipe

Geólogo José Augusto Costa de Almeida (Examinador Externo)  
Doutor em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco  
Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba

Geólogo Valdir do Amaral Vaz Manso (Examinador Interno)  
Doutor em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Livre-Docente pela Universidade Federal de Pernambuco  
Professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco

Recife, PE, 24 de fevereiro de 2011

"BASES GEOLÓGICAS E GEOMOFOLÓGICAS DAS ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)".

Eduardo Galliza do Amaral Marinho

Aprovado:



Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes

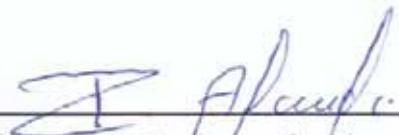
Neumann

24/02/2011



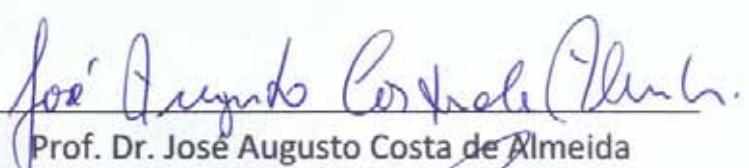
Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima

24/02/2011



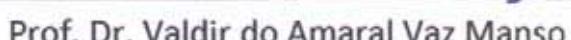
Prof. Dr. José Antonio Pacheco de Almeida

24/02/2011



Prof. Dr. José Augusto Costa de Almeida

24/02/2011



Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso

24/02/2011

Ofereço esta tese a Fernando José Rosendo de Galliza Marinho. Apesar dos colossais obstáculos que a vida lhe destinou, desde o seu primórdio, segue com determinação e contentamento seu caminho. E também a Lenyra Soares de Galliza Marinho na esperança de que as desoladas lágrimas de outrora sejam hoje de exultação.

## AGRADECIMENTOS

A tese que ora apresento é fruto de uma longa trajetória, repleta de percalços. Os subsídios foram inúmeros, e vieram através das mais distintas maneiras. A todos que concorreram com esta pesquisa, tornando-a possível, meu reconhecimento.

Entretanto, na presença da oportunidade que ora se apresenta não posso ficar silente ante a grandeza das contribuições que a seguir dou a lume, *ad perpetuam rei memoriam*.

Ao Prof. Dr. Antonio Christofoletti (Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP - Universidade Estadual Paulista “campus” de Rio Claro) e ao Prof. Dr. Antonio Sérgio Tavares de Melo (Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba), cujos ensinamentos influenciaram significativamente minha carreira acadêmica. Aos mestres, *in memoriam*, minha saudosa homenagem. Pela mesma razão, ao também geógrafo Prof. Dr. Aziz Nacib Ab'Sáber (Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo), minha admiração.

Manifesto, mais uma vez, recognição ao Prof. Dr. José Antonio Pacheco de Almeida. Lembro-me, como se fosse hoje, de sua alocução quando da apresentação de minha dissertação, sob sua orientação, em 29 de agosto de 2002. Naquela tarde de quinta-feira, final de inverno e prenúncio de primavera, o referido docente usou da palavra para por termo àquela auréa de extremo formalismo. E, nesse sentido, transcrevo, no ensejo, o seguinte trecho de sua fala. “A vida nos reserva alguns poucos momentos de contentamento. E um desses momentos foi ter tido a oportunidade não só de conhecer Galliza, mas de poder compartilhar de sua amizade”. Professor excessivamente benevolente, e categoricamente sincero. Ao Dr. Pacheco, faço minhas as suas generosas palavras.

Aos docentes da Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Em especial, aos meus professores: Prof. Dr. João Adauto de Souza Neto (Geologia Geral); Profa. Dra. Valderez Pinto Ferreira (Geologia Geral); Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto (Geologia Geral); Profa. Dra. Lúcia Maria Mafra Valença (Introdução à Sedimentologia e à Estratigrafia / Sedimentologia Avançada); Profa. Dra. Margareth Mascarenhas Alheiros (Geologia Ambiental); Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso (Geologia Marinha); Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann (Geomorfologia Costeira / Pedologia) e Prof. Dr. Sergio Monthezuma Santoiani Guerra (Sistema de Informações Geográficas em Áreas Sedimentares).

Aos integrantes da congregação, notadamente aos meus pares da Área de Geografia Física e Geologia, do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba por terem concedido meu afastamento, para realização do curso de Doutorado. Em especial ao condiscípulo Magno Erasto de Araújo (geólogo), por ser um dos poucos que socializa, com prazer, o conhecimento. E a Werner Maximilian Topitsch (geólogo), por ter colaborado em uma das minhas disciplinas.

Aos geógrafos Utaiguara da Nóbrega Borges, Mestre em Engenharia Cartográfica pelo Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, e Williams da Silva Guimarães de Lima, Mestre em Geodinâmica pelo Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Ambos por terem compartilhado as viagens a Recife e por terem facilitado a edição digital final do material usado nesta tese.

A Elizabeth Galdino do Nascimento, Secretária da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e

Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, pela maestria com que exerce seu ofício.

Aos digníssimos membros, tanto da banca de qualificação, quanto da banca de defesa por terem, com presteza, aceitado o compromisso. Assim como, pelas críticas oportunas e pelas sugestões encaminhadas.

Ao Prof. Dr. Gorki Mariano, Ex-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, e, notadamente à Profa. Dra. Ignez de Pinho Guimarães, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, pelos encaminhamentos.

Ao Prof. Dr. José Augusto Costa de Almeida, igualmente condiscípulo, de timbre e gestos serenos que nas etapas intermediárias e finais do meu vínculo junto ao referido Programa de Pós-Graduação, teve significativa participação. E também, na então condição de Sub-Chefe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal, teve iniciativas laudáveis. No acompanhamento de minhas atividades institucionais, nas interlocuções junto ao Programa e nas diversas manifestações de suas predileções em colaborar, sempre o fez com eficiência e satisfação, possibilitando, desta forma, a viabilização da conclusão desta Tese.

Ao Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima (Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba), contemporâneo de graduação nos idos da década de 1980, pela coorientação, mormente nas temáticas relacionadas ao geoprocessamento e pelo esforço em me alocar em sua concorridíssima agenda.

Ao Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann (Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da

Universidade Federal de Pernambuco) por me ter admitido, como orientando, pela firmeza na orientação, pelo incansável estímulo, pela hombridade, e pela sólida, contínua e inabalável confiança no meu potencial acadêmico. Na expectativa de não ter decepcionado, meu profundo respeito, minha sincera admiração. Diante de tudo isto, Dr. Neumann, somente me resta o meu muito obrigado.

As discussões profícuas e o salutar convívio com estes que foram objeto de recognição propiciaram uma atmosfera extremamente favorável ao desenvolvimento deste trabalho. Portanto, a contribuição de cada um, em variadas escalas de magnitude e frequência, repercutiram nesta Tese de forma muito positiva. A todos eles, permitam-me enquadrá-los no meu seletº círculo de amigos, pois é desta forma que os repto. E como as palavras rarefazem, tornando-se insuficientes para externar meus agradecimentos, pergunto-me, o que diria aos senhores neste momento. Remanesce apenas, amiúde, ressaltar a todos esses aliados, meu eterno sentimento de gratidão.

“[...] Quando pequenos, nos confortava saber que ele viria, noite após noite, até a porta de nossos quartos nos proteger das sombras que costumam assustar o sono das crianças [...].

Não se sabe se os anjos da guarda têm nomes, para nós não importa, pois o nosso sempre chamaremos de Maca, de cabelo de algodão, que ganhou asas sob uma amena chuva de verão [...].”

Sandra Maria Galliza Marinho Briegel

## RESUMO

A presente tese versa sobre as *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*. Espacialmente a área objeto de estudo corresponde ao território do referido município, que possui 210,55 km<sup>2</sup>. O município de João Pessoa localiza-se na microrregião homônima que, por sua vez, faz parte da mesorregião da Mata Paraibana. Geologicamente localiza-se na Sub-Bacia Alhandra que, juntamente com as Sub-Bacias Olinda (sul) e Miriri (norte), compõe a Bacia da Paraíba. Partindo do pressuposto de que o conhecimento de um elemento, por si só, não é suficiente para esclarecer a funcionalidade do todo, realizaram-se análises que seguiram a perspectiva geossistêmica. Desse modo, foi possível a individualização dos principais componentes dos sistemas ambientais, centrando-se especial atenção no relevo e suas respectivas correlações com os demais elementos, em especial com o clima, a geologia e as ações antrópicas. Para essa individualização geomorfológica foi adotada a perspectiva morfológica, contemplando a morfografia e a morfometria. A análise geomorfológica centrada na morfografia, que se ocupa com o aspecto qualitativo do relevo, e na morfometria, focalizada no aspecto quantitativo foi desenvolvida em sintonia com a proposta metodológica adotada. Mesmo considerando que o cerne deste estudo é a caracterização geomorfológica, procurou-se não perder de vista o caráter multi e interdisciplinar que lhe é inerente. Com fulcro nesses pressupostos foram identificadas, caracterizadas (morfograficamente e morfometricamente) e cartografadas as três principais unidades geomorfológicas da área em estudo, a saber: Planícies Costeiras, Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação e os Baixos Planaltos Costeiros. Nesse sentido, houve a necessidade de subdividir duas dessas unidades em função das peculiaridades constatadas. Nas Planícies Costeiras, foram reconhecidas cinco subunidades: recifes (*reef*), praias (*beach*), dunas costeiras (*coastal dune*), cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos e planícies de marés (*tidal flat*). Em função da pouca representatividade espacial destas subunidades, nem todas foram mapeadas. A Planície Aluvial ou Planície de Inundação, por sua vez, devido a sua relativa homogeneidade morfológica, em decorrência da escala adotada, permaneceu indivisa. E finalmente os Baixos Planaltos Costeiros foram fracionados em três subunidades: topos, vertentes e falésias costeiras. As referidas unidades e subunidades, uma vez identificadas e analisadas, foram estudadas, incipientemente, em termos morfocronológico, morfogenético e morfodinâmico. Para essas análises foram elaborados alguns materiais cartográficos que culminaram com a confecção do mapa da Geomorfologia do Município de João Pessoa. Desse modo, ficou evidenciada a necessidade de se considerar o relevo, palco onde o homem organiza espacialmente suas atividades sócio-econômico-culturais, sob a perspectiva geossistêmica. Medidas regulamentadoras urgem precipuamente para disciplinar ou até mesmo coibir determinadas formas de apropriação do relevo, face às vulnerabilidades

apresentadas. Nessa perspectiva, espera-se que as informações e os dados levantados possam subsidiar os instrumentos de gestão ambiental e/ou territorial no município de João Pessoa, possibilitando, desta forma, oferecer uma pálida contribuição para que se possa proporcionar um meio ambiente, organizado espacialmente em bases sustentáveis, para as atuais e futuras gerações.

**Palavras-chave:** Geologia; Geomorfologia; Bacia da Paraíba; Geoprocessamento; Gestão Ambiental; Município de João Pessoa.

## ABSTRACT

This thesis is about the *Geological and Geomorphological Bases of Organized Spaces in the Municipality of Joao Pessoa (PB)*. Spatially the study area corresponds to the municipality, about 210.55 km<sup>2</sup>. The municipality of Joao Pessoa is located in the micro region of the same name which in turn, is part of the mid-region of the Mata Paraibana. It is geologically located in the Alhandra Sub-Basin, which together with the Olinda (south), and Miriri (north), sub-basins make up the Paraíba basin. Assuming that knowledge of one element alone is not sufficient to explain the functionality of all, we followed a geo-systemic perspective. Thus, it was possible to individualize the main components of each environmental system, while focusing particular attention on the landscape and its correlations with other elements, especially with the climate, geology and human activity. This geomorphological individualization adopted a morphological perspective, contemplating morphography and morphometry. The analysis focused on geomorphological morphography which deals with the qualitative aspect of the relief, and the morphology which focused on the quantitative aspect was developed in line with the methodological approach used. Even though the core of this study was to characterize geomorphology, we sought not to lose sight of the inherent multi-interdisciplinary character. By these core assumptions the morphography and morphometrics of the three main geomorphic units of the study area, namely: the Coastal Plains, Alluvial Plain or Flood Plains and the Low Coastal Tablelands were identified, characterized and mapped. As such it was necessary to subdivide two of these units because of the peculiarities found. In the Coastal Plains, were recognized five subunits; reefs, beaches, coastal dunes, beach ridges and tidal flats. Depending on the spatial representation of these subunits, not all were mapped. The Alluvial Plain or Flood Plain, due to its relative morphological uniformity and due to the scale adopted remained undivided. Finally the Low Coastal Tablelands were separated into three subunits: tops, slopes and coastal cliffs. These units and subunits, once identified and analyzed, were studied in morfocronológico morphogenetic and morphodynamic terms. For analysis cartographic materials were prepared that led to the making of the Joao Pessoa geomorphologic municipality map. The authors emphasize the need to consider the geosystemic perspective in the relief that social-economic-cultural man spatially organizes. Regulatory measures in principle urge discipline and deter certain forms appropriation given the vulnerabilities presented. From this perspective, the information and data collected can subsidize environmental and/or land management tools for the municipality of Joao Pessoa, a small contribution to help provide a spatially organized and sustainable environment for present and future generations.

Keywords: Geology, Geomorphology, Paraíba Basin, GIS, Environmental Management, Municipality of João Pessoa.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	SATÉLITE QUICKBIRD DA EMPRESA DIGITALGLOBE - 10 NOV 2009.....	34
FIGURA 02	ARQUIVO-IMAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA COM CURVAS DE NÍVEL E LIMITES.....	44
FIGURA 03	ARQUIVO-IMAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA E A REDE TRIANGULAR IRREGULAR.....	45
FIGURA 04	PONTA DO SEIXAS, PONTO EXTREMO LESTE DO BRASIL - 29 JAN 2003 .....	60
FIGURA 05	ATUAÇÃO DAS CORRENTES PERTURBADAS DE LESTE - 29 AGO 2010 .....	67
FIGURA 06	PRINCIPAL ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE JOÃO PESSOA - 21 AGO 2006 .....	70
FIGURA 07	FOZ DO RIO JAGUARIBE DEMANDANDO O ATLÂNTICO - 29 JAN 2003 .....	90
FIGURA 08	ARGISSOLOS SOBRE OS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 29 JAN 2003 .....	99
FIGURA 09	FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS - 29 SET 2005 .....	107
FIGURA 10	CONCENTRAÇÃO DE CARANGUEJOS DO GÊNERO <i>UCA</i> - 18 NOV 2006 .....	110
FIGURA 11	INCLUI A ÁREA ATUAL DE JOÃO PESSOA NA ÉPOCA COLONIAL - 1799 .....	116
FIGURA 12	ATIVIDADES PRIMÁRIAS EM JOÃO PESSOA - 29 JAN 2003 E 07 AGO 2010 .....	121
FIGURA 13	DENSIDADE DEMOGRÁFICA DOS BAIRROS DE JOÃO PESSOA - 2000.....	122
FIGURA 14	BACIAS E SUB-BACIAS SEDIMENTARES DE PE, PB e RN - 1993 e 2004.....	132
FIGURA 15	BACIA DA PARAÍBA E SUB-BACIAS NO CONTEXTO REGIONAL - 2006 .....	134
FIGURA 16	PERFIS DA BACIA DA PARAÍBA E DAS BACIAS CIRCUNVIZINHAS - 2006 .....	138
FIGURA 17	EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA BACIA DA PARAÍBA E CERCANIAS - 2006.....	146
FIGURA 18	PIONERISMO DAS ÁGUAS DO NORTE NO ATLÂNTICO SUL - 1987 e 2004.....	148
FIGURA 19	ESTÁGIOS DAS PRINCIPAIS BACIAS SEDIMENTARES DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA .....	154
FIGURA 20	ESTRATIGRAFIA DAS TRÊS SUB-BACIAS DA BACIA DA PARAÍBA - 2004.....	158
FIGURA 21	EXPOSIÇÃO DE CALCÁRIOS DA FORMAÇÃO GRAMAME - 28 AGO 2006.....	165

FIGURA 22	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NO LITORAL PESSOENSE - 18 MAI 2007 .....	184
FIGURA 23	PORÇÃO NORTE DO PROMONTÓRIO DO CABO BRANCO - 09 MAI 2003 .....	185
FIGURA 24	LITORAL SETENTRIONAL DE JOÃO PESSOA E OS RECIFES - 20 JAN 2008.....	188
FIGURA 25	RECIFE DE PICÃOZINHO: GRANDE ATRATIVO TURÍSTICO - 20 JAN 2008 .....	188
FIGURA 26	PERFIL LITORÂNEO COM TERMINOLOGIA ADOTADA NESTA PESQUISA.....	190
FIGURA 27	FAIXA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS LITORAIS SUL E NORTE - 20 JAN 2008.....	194
FIGURA 28	PEQUENAS DUNAS NO LEITO SEDIMENTAR DE TAMBAÚ - 13 AGO 2010.....	198
FIGURA 29	CRISTAS PRAIAIS ASSINALANDO ANTIGAS LINHAS DO LITORAL - 1969 .....	202
FIGURA 30	PLANÍCIE DE MARÉS DOS RIOS SANHAUÁ E PARAÍBA - 23 MAI 2003 .....	205
FIGURA 31	PORÇÃO FINAL DO RIO GRAMAME: ALTA SINUOSIDADE - 27 JAN 2007 .....	205
FIGURA 32	ALARGAMENTO DO CANAL NO MÉDIO RIO JAGUARIBE - 21 AGO 2006.....	208
FIGURA 33	INTRICAMENTO DE PLANÍCIE ALUVIAL E DE TERRAÇOS - 12 AGO 2003 .....	211
FIGURA 34	PLANÍCIE ALUVIAL: BAIXO CURSO DO RIO JAGUARIBE - 26 MAI 2010 .....	212
FIGURA 35	PLANALTOS TÍPICOS DO ALTIPLANO E ADJACÊNCIAS - 20 MAR 2002 .....	218
FIGURA 36	EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS NA FORMAÇÃO BARREIRAS - 12 AGO 2010 .....	222
FIGURA 37	EXTREMO MERIDIONAL DO LITORAL DE JOÃO PESSOA - 20 MAR 2010.....	225
FIGURA 38	AREIAS NOS TOPOS DOS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 31 JUL 2003 .....	233
FIGURA 39	DEPRESSÕES NOS TOPOS DOS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 1974.....	234
FIGURA 40	DEPRESSÕES SAZONALMENTE ALAGADAS NOS TOPOS - 01 MAI 2003 .....	235
FIGURA 41	CONTRASTE ENTRE O CAUDAL E O VALE DO JAGUARIBE- 01 DEZ 2010 .....	238
FIGURA 42	FERRICRETES E SURGÊNCIAS DE ÁGUA NAS VERTENTES - 21 AGO 2006.....	240
FIGURA 43	PROMONTÓRIO DO CABO BRANCO E SUAS FALÉSIAS - 01-MAR-2006 .....	244
FIGURA 44	GRUTA DE ABRASÃO CRIADA PELA AÇÃO DAS VAGAS - 01 DEZ 2010.....	244
FIGURA 45	FALÉSIA (MARGEM ESQUERDA) E FOZ DO RIO JACARAPÉ - 30-JUL-2004 .....	245
FIGURA 46	SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS E SEUS SISTEMAS CONTROLADORES.....	248
FIGURA 47	MOVIMENTOS DE MASSA NO BAIRRO DO CABO BRANCO - 23 ABR 2009 .....	250

FIGURA 48	MARGENS PLENAS NO BAIXO CURSO DO RIO JAGUARIBE - 16 JUN 2003 .....	253
FIGURA 49	PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO E OS NEOSSOLOS FLÚVICOS - 12-AGO 2003 .....	254
FIGURA 50	INTENSO USO DO CALCÁRIO NAS EDIFICAÇÕES SACRAS - 05-AGO 2010 .....	256
FIGURA 51	TECTONISMO E CANALIZAÇÃO NO VALE DO RIO JAGUARIBE - 2005.....	262
FIGURA 52	PROFUSO DOBRAMENTO NA FALÉSIA DO CABO BRANCO - 18-MAI-2010.....	264

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 01	DURAÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO NO HEMISFÉRIO MERIDIONAL.....	66
QUADRO 02	ÁREA DA BACIA DO RIO GRAMAME NOS MUNICÍPIOS DRENADOS .....	87
QUADRO 03	ÁREA E COORDENADAS DAS SUB-BACIAS DA BACIA DO PARAÍBA .....	92
QUADRO 04	CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA: ESTADO DA PARAÍBA - 1982.....	175
QUADRO 05	CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA: ESTADO DA PARAÍBA - 1985.....	177
QUADRO 06	ÁREA E GRANDEZA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE JOÃO PESSOA .....	252

## LISTA DE MAPAS

MAPA 01	LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA NO ESTADO, NA MESORREGIÃO E NA MICRORREGIÃO.....	58
MAPA 02	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SESSENTA E QUATRO BAIRROS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	61
MAPA 03	CARTOGRAMA DAS MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS ANUAIS DO ESTADO DA PARAÍBA.....	74
MAPA 04	BACIAS HIDROGRÁFICAS INTRA E INTERMUNICIPAIS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	83
MAPA 05	ALTIMETRIA E FEIÇÕES DO RELEVO DO ESTADO DA PARAÍBA, COM BASE NAS IMAGENS SRTM-3 .....	174
MAPA 06	CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DA PARAÍBA DE MAIOR DIVULGAÇÃO.....	178
MAPA 07	ÁREAS COM DECLIVIDADES IGUAIS OU SUPERIORES A 20%, ASSINALANDO LOCAIS DE INSTABILIDADE DO RELEVO .....	270
MAPA 08	HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, ATRAVÉS DE CINCO CLASSE ALTIMÉTRICAS .....	271
MAPA 09	RELEVO: SOMBREAMENTO EM VIRTUDE DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR, AZIMUTE 090º .....	272
MAPA 10	RELEVO: SOMBREAMENTO EM VIRTUDE DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR, AZIMUTE 270º .....	273
MAPA 11	GEOMORFOLÓGICO: PRINCIPAIS UNIDADES E SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	274

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 01	DECLIVIDADES, EM PORCENTAGEM, DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	266
TABELA 02	CARACTERÍSTICAS HIPSOMÉTRICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....	267
TABELA 03	REPRESENTATIVIDADE DO RELEVO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA .....	268

## LISTA DE ABREVIATURAS E LISTA DE SIGLAS

A.P.	Antes do Presente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CBERS	<i>China-Brazil Earth-Resources Satellite</i>
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CD-ROM	<i>Compact Disc Read-Only Memory</i>
CIT	Convergência Intertropical
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
DGN	Diretoria-Geral de Navegação
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
DPI	Divisão de Processamento de Imagens
DTM	<i>Digital Terrain Model</i>
DVD	<i>Digital Video Disk</i>
ETM <sup>+</sup>	<i>Enhaced Thematic Mapper Plus</i>
FPA	Frente Polar Atlântica
FUNDAP	Fundação de Colonização e Desenvolvimento Agrário do Estado da Paraíba
GPS	<i>Global Position System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEME	Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INTERPA-PB	Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba
LANDSAT	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
LEGAL	Linguagem Espaço-Geográfica Baseada em Álgebra
LES	Laboratório de Energia Solar
LMRS	Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba
mEa	massa Equatorial Atlântica
mEa	massa Equatorial atlântica
MNT	Modelo Numérico de Terreno
mPa	massa Polar Atlântica
MPC	Máximo Porcentual de Contribuição de 3 (Três) Meses Consecutivos
mTa	massa Tropical Atlântica
MUBDJP	Mapa Urbano Básico Digital de João Pessoa
NBR	Norma Brasileira
NASA	<i>National Aeronautics And Space Administration</i>
NEPREMAR	Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PERH-PB	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
RADAM	Radar da Amazônia
FFSA	Rede Ferroviária Federal S.A.
SIRGAS2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
Spring	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>

TM	<i>Thematic Mapper</i>
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UMG	Último Máximo Glacial
UTM	Universal Transversa de Mercator
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPT	Zona de Cisalhamento de Patos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>26</b>
1.1	PRELIMINARES, JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA .....	26
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS .....	29
1.3	MATERIAIS, MÉTODOS E METODOLOGIA .....	31
1.3.1	Materiais .....	31
1.3.2	Métodos .....	35
1.3.3	Metodologia da Pesquisa Geomorfológica.....	37
1.3.4	Metodologia do Geoprocessamento .....	41
1.3.5	Procedimentos Adicionais .....	47
1.4	REVISÃO DA LITERATURA.....	49
1.5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	54
1.6	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO .....	57
<b>2</b>	<b>ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS EM JOÃO PESSOA.....</b>	<b>63</b>
2.1	SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS E BIOLÓGICOS .....	63
2.1.1	Climatologia .....	63
2.1.2	Hidrografia.....	82
2.1.2.1	Introdução.....	82
2.1.2.2	Bacia Hidrográfica do Gramame.....	85
2.1.2.3	Bacia Hidrográfica do Jaguaribe .....	88
2.1.2.4	Bacia Hidrográfica do Paraíba .....	91
2.1.3	Pedologia .....	96
2.1.4	Fitogeografia.....	101
2.1.5	Zoogeografia.....	108
2.2	SISTEMAS SÓCIO-ECONÔMICO-CULTURAIS .....	112
2.2.1	Aspectos Históricos .....	112

2.2.2 Aspectos Sócio-Econômico-Culturais.....	118
<b>3 PALEOGEOGRAFIA E GEOLOGIA DA BACIA DA PARAÍBA .....</b>	<b>124</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	124
3.2 ORIGEM E EVOLUÇÃO.....	139
3.3 ESTRATIGRAFIA.....	153
<b>4 GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA.....</b>	<b>169</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	169
4.2 EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA REGIONAL .....	170
4.3 CLASSIFICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DA PARAÍBA.....	171
4.4 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DE JOÃO PESSOA .....	179
4.4.1 Planícies Costeiras .....	180
4.4.1.1 Introdução.....	180
4.4.1.2 Recifes .....	186
4.4.1.3 Praias .....	189
4.4.1.4 Dunas.....	195
4.4.1.5 Cristas praiais ou cordões litorâneos.....	199
4.4.1.6 Planícies de marés .....	203
4.4.2 Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação .....	206
4.4.3 Baixos Planaltos Costeiros .....	216
4.4.3.1 Introdução.....	216
4.4.3.2 Topos .....	227
4.4.3.3 Vertentes Fluviais.....	236
4.4.3.4 Falésias costeiras ou marinhas .....	241
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>247</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	247
5.2 ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS.....	249
5.3 MAPEAMENTO .....	258

5.4 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	261
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>275</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>280</b>
<b>8 DOCUMENTOS CONSULTADOS.....</b>	<b>302</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 PRELIMINARES, JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA

Desde os primórdios de sua existência, o *Homo sapiens* tem sido um importante agente transfigurador da natureza. Sua ação, consciente ou não, potencializa determinadas categorias de fenômenos. Alguns desses eventos pertencem ao âmbito geológico e geomorfológico. Nessa perspectiva, o Homem tem sua trajetória na Terra marcada por significativas e progressivas metamorfoses em seus habitats.

Como as citadas transformações acontecem em velocidade exponencial, os primeiros lustros do século XXI, são caracterizados por uma procura cada vez maior de recursos naturais, assim como, por novos espaços (agropecuários, industriais, urbanos, entre outros). Situação que alcança, nos dias hodiernos, magnitudes sem precedentes na história da Humanidade.

A pujante expansão das cidades de médio e grande porte, notadamente nos países em desenvolvimento, corrobora com aquelas afirmações. É bem verdade que o ritmo de crescimento, apesar de significativo, vem apresentando desaceleração. E, apesar desse fato, a pressão por espaços adicionais se intensifica, do mesmo modo que os problemas urbanos denotam-se mais profusos.

Concomitantemente à exacerbação das atividades humanas sobre o meio ambiente, nasce uma necessária e salutar preocupação para com ele. Tal inquietação é focalizada objetivando garantir o prosseguimento da prosperidade socioeconômica. Continuidade que só pode ser efetivamente alcançada em bases sustentáveis.

Em busca da sustentabilidade, o Homem empenha-se por uma vinculação mais adequada com a natureza. Na tentativa de harmonizar suas relações com a

natureza, as visões românticas e ingênuas vêm sendo, paulatinamente, abandonadas. Como corolário, critérios científicos são progressivamente mais requisitados e utilizados, tornando-os, em certos casos, compulsórios.

No intuito de mitigar os impactos negativos da ação do Homem sobre o meio ambiente, as ciências ambientais, mormente as geociências, são cada vez mais requeridas. E nesse ensejo, sempre é oportuno ressaltar a importância do estudo geomorfológico. As formas de relevo oferecem o substrato material (ou substrato físico como preferem alguns autores) sobre o qual as organizações socioeconômicas se estabelecem e mantêm um ascendente fluxo de energia e matéria. Esses fluxos, potencializados pela ação antrópica, quase sempre, ultrapassam o limiar de recuperação dos sistemas morfológicos. E na busca de um novo equilíbrio, o relevo é modificado. Razão pela qual não se pode falar em planejamento, gestão e sustentabilidade ambiental sem um detalhado diagnóstico ambiental edificado sobre um sólido alicerce geocientífico, eminentemente o geomorfológico. O conhecimento e a observância das limitações do meio físico atenuam os impactos ambientais negativos sobre ele.

O saber geocientífico, associado às demais certificações provenientes de outros campos da ciência, permitem identificar e orientar, com elevada segurança, a viabilidade ambiental das regiões inventariadas. Possibilitando, destarte, asseverar quais condutas humanas, de maior envergadura para as organizações espaciais, devem ser postas em prática em espaços ambientalmente propícios. Com isso é possível suavizar os impactos negativos das referidas atividades, possibilitando uma relação mais harmoniosa com a natureza.

Nesse particular, o município de João Pessoa ressente-se de informações básicas e sistematizadas de seu contexto geológico e, principalmente, geomorfológico. Os dados disponíveis, às vezes imprecisos, advêm de ponderações em escalas mais abrangentes.

As pesquisas geológicas e geomorfológicas sobre o município de João Pessoa e, por extensão, sobre a Paraíba encontram-se em estado incipiente, conforme afirmado anteriormente. Entretanto, esses estudos alcançaram um maior desenvolvimento, em virtude de uma gama de fatores, nos vizinhos estados de Pernambuco e do Rio Grande do Norte. As informações geológicas e geomorfológicas sobre a área objeto desta pormenorização são oriundas, essencialmente, do conhecimento geocientífico gerado naqueles estados.

Em que pese a similaridade geológica e geomorfológica da porção leste de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte, as nuances locais não podem ser omitidas. Na capital do contíguo estado de Pernambuco, os problemas resultantes da ocupação dos morros têm especial relevância. Em Natal, capital do também limítrofe estado do Rio Grande do Norte, o destaque são as dunas. Em João Pessoa, as questões relacionadas à ocupação das unidades geomorfológicas adquirem outros direcionamentos.

A superficialidade e o cunho generalista das produções científicas no campo das geociências, específicas para a área em exame, comprometem a eficácia dos mais variados instrumentos de planejamento e gestão. Alguns desses instrumentos, independentemente da adjetivação, têm que ser respaldados nos conteúdos geocientíficos, sob pena de inviabilizá-los operacionalmente. Esses dados devem ser selecionados, integrados e sistematizados.

O quadro ora exarado justifica, por si só, essa análise. O município de João Pessoa, até o presente, não foi objeto exclusivo e sistematizado de nenhuma reflexão geológica associada a geomorfológica. Nesse sentido, a originalidade desta tese é desde já, evidente.

No entanto, o feitio inovador não se restringe à investigação geológica associada à geomorfológica. Ao cotejar estas informações com as das organizações socioeconômicas do município de João Pessoa, a unicidade fica ainda mais

explícita. E, finalmente, se além das questões antecedentes, forem adicionados os objetivos, o método, as técnicas e a metodologia, o caráter inédito desta tese de doutoramento torna-se, peremptoriamente, mais óbvio.

## 1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Independentes da dimensão espacial da unidade de perquirição (macro, meso ou micro), as organizações espaciais podem ser mais bem interpretadas, a partir do conhecimento geocientífico. Nessa óptica, e concorde demonstrado previamente, os dados geológico-geomorfológicos constituem etapas iniciais e imprescindíveis à compreensão das organizações espaciais. E, por extensão, ao zoneamento, ao planejamento e ao gerenciamento ambiental.

Apesar das informações geológico-geomorfológicas representarem etapas preliminares e necessárias, essas apreciações não devem ser realizadas isoladamente e sim de forma sistêmica. A partir desses conhecimentos, buscou-se explicar os mecanismos de correlação entre estes elementos, assim como, entre estes e os demais componentes dos geossistemas. Revelando, dessa maneira, o modo pelo qual os elementos básicos, concernentes ao meio ambiente, se relacionam.

Nesta conjuntura, o designio precípuo desta averiguação consiste na elucidação da evolução e caracterização geológica e geomorfológica do município de João Pessoa. O emprego de geotecnologias e os mapeamentos aqui executados são meios e não fim em si mesmo. Essas técnicas aplicadas ao estudo geomorfológico foram utilizadas para se chegar aos propósitos finais desta explanação. Portanto, a exposição geomorfológica efetuada com fulcro em suas bases conceituais, técnicas e metodológicas, constitui o cerne deste trabalho.

Nessa perspectiva, associar as individualidades dos compartimentos geomorfológicos, com as singularidades de sua ocupação é igualmente outra

constante preocupação. Essas informações foram exaustivamente discutidas, reavaliadas e acrescentadas. Fornecendo, nessa trajetória, um panorama factível para uma melhor intelecção das organizações espaciais no município de João Pessoa, desde os princípios que precederam a criação do referido município até os dias hodiernos. Afinal, as propriedades do relevo influenciam, facilitando ou dificultando, o arranjo espacial das organizações espaciais.

Consequentemente, a pesquisa em apreço, intitulada *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*, almeja:

- a) Enfocar os elementos pertencentes aos geossistemas, possibilitando decifrar as inter-relações destes com a geologia e a geomorfologia local, centrando atenção no relevo.
- b) Entender a evolução geológica e, mais recentemente geomorfológica, do cenário no qual, hoje, o município de João Pessoa se insere. Depreensão construída através da paleogeografia da área e suas adjacências.
- c) Identificar os compartimentos geomorfológicos e suas fundamentais distinções, subdividindo-os de acordo com suas peculiaridades, em termos de seus principais atributos, inclusive quanto aos processos e às formas.
- d) Resgatar o processo histórico de ocupação dos compartimentos e subcompartimentos geomorfológicos, e o modo como a intensidade com a qual essa ocupação foi influenciada pelos aspectos geológicos e geomorfológicos.
- e) Analisar, a partir do processo histórico, a ocupação pretérita e atual e suas implicações nas unidades geomorfológicas reconhecidas. Indicando, desse jeito, as unidades geomorfológicas mais recomendadas à ocupação.
- f)E, por último, a partir de um razoável arsenal de informações geológicas, geomorfológicas e ambientais advindas das etapas anteriores, subsidiar, à luz desses referenciais, o zoneamento, o planejamento e a gestão ambiental e

urbana da área em foco.

### 1.3 MATERIAIS, MÉTODOS E METODOLOGIA

#### 1.3.1 Materiais

Diversas foram as fontes de extração de dados empregados na preparação deste estudo. Preliminarmente foi posto em prática um vigoroso levantamento bibliográfico. Em virtude da escassez de observações impressas que versem, mesmo que de forma acessória, sobre a geologia e a geomorfologia do município de João Pessoa, recorreu-se aos trabalhos em escalas mais amplas. Nessa linha de raciocínio, e apesar da incompatibilidade de escala, optou-se pelas obras sobre a Bacia da Paraíba, a Bacia do Cabo e a Bacia de Canguaretama. Tal como, por publicações sobre a geologia, geomorfologia e geografia da Paraíba, além, evidentemente, de outros compêndios pertinentes aos temas abordados.

Os dados aqui obtidos foram objeto de prévio exame e, em alguns casos, de reexame. Estas informações, em larga escala, foram obtidas através do método dedutivo e foram sendo, paulatinamente, incorporadas à presente inquirição.

A base cartográfica adotada foi a das cartas planialtimétricas da Fundação de Colonização e Desenvolvimento Agrário do Estado da Paraíba - FUNDAP (1985[?]), atual Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba - INTERPA-PB. As cartas planialtimétricas utilizadas, na escala 1/10.000, foram: folha SB.25-Y-C-III-I-NO-D; folha SB.25-Y-C-III-I-NE-C; folha SB.25-Y-C-III-I-NO-F; folha SB.25-Y-C-III-I-NE-E; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-B; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-A; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-B; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-C; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-D; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-C; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-D; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-F; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-E e folha SB.25-Y-C-III-I-

SE-F. Estas cartas foram elaboradas a partir de fotografias aéreas em escala 1:40.000, obtidas entre março a junho de 1985.

A análise das cartas planialtimétricas da FUNDAP, anteriormente individualizadas, restringiu-se praticamente à base cartográfica. As esparsas consultas durante a execução desta pesquisa concentraram-se nas seguintes folhas topográficas: João Pessoa (folha SB.25-Y-C-III-1-NE); Mata de Aldeia (folha SB.25-Y-C-III-1-NO); Nossa Senhora da Penha (folha SB.25-Y-C-III-1-SE) e Santa Rita (folha SB.25-Y-C-III-1-SO). Todas as supramencionadas cartas topográficas foram produzidas na escala 1/25.000, pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1974a, 1974b, 1974c, 1974d). Acessoriamente foi apreciada a folha João Pessoa, PB-PE (folha SB.25-Y-C-III / MI 1214), na escala 1/100.000, igualmente da lavra da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1974e).

Além dessas cartas planialtimétricas, outros materiais cartográficos temáticos foram úteis, conforme demonstrado adiante. O Mapa Geológico da Paraíba (SANTOS; FERREIRA; SILVA JÚNIOR, 2002) e os Mapas Temáticos do Projeto RADAMBRASIL (1981) são referências obrigatórias em diagnósticos geológico-geomorfológicos regionais da Paraíba e, por extensão do Nordeste do Brasil. Entretanto, devido a incompatibilidade de escala, foram explorados incipientemente.

Os materiais aerofotográficos discorridos para dirimir certos problemas, não solucionados pelas imagens de satélites, foram essencialmente os mesmos usados na confecção do Mapa Urbano Básico Digital de João Pessoa - MUBDJP (JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal, 1998). Estas fotografias aéreas, na escala de 1/8.000, foram obtidas durante o ano de 1998. Após sua restituição, passaram a ter escala de 1/2.000, e deram origem às ortocartas de João Pessoa.

Os marcos geodésicos, graças a sua precisão em termos de coordenadas

planimétricas e altimétricas, foram eventualmente sondados. Serviram de referência, pois as cotas altimétricas obtidas por outros meios não são tão confiáveis. Somando-se a esse quadro, tem-se o fato do município contar atualmente com, exatamente, uma centena de marcos geodésicos, cujos dados são difundidos na internet.

Em decorrência da globalização, caracterizada também pelo intenso dinamismo da informação, existe atualmente um maior acesso às imagens de satélites. Nesse sentido, algumas imagens podem ser obtidas, inclusive, gratuitamente. O Instituto Nacional de Estudos Espaciais - INPE, por exemplo, disponibiliza imagens obtidas pelos satélites *Land Remote Sensing Satellite* - LANDSAT e do *China-Brazil Earth-Resources Satellite* - CBERS.

Apesar dessas constatações, as imagens do satélite estadunidense *QuickBird* (figura 01), da empresa privada DigitalGlobe, foram as selecionadas. A resolução espacial, de excepcional qualidade, foi a mais adequada para esta investigação. A resolução espacial no modo pancromático é de 61 centímetros, enquanto no modo multiespectral é de 240 centímetros. Essas imagens foram fornecidas gratuitamente pela Diretoria de Geoprocessamento da Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de João Pessoa (JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal, 2005). As referidas imagens são de outubro de 2005, contudo, a data exata e o horário de passagem não foram oficialmente informados. Portanto, sua escolha deve-se a fatores pragmáticos e técnicos. No campo pragmático, deve-se a opção da Prefeitura Municipal de João Pessoa por estas imagens, assim como, pela sua cessão a título gratuito. No campo técnico, por causa da sua resolução espacial.

Quanto aos equipamentos, destaque para o *Global Position System* - GPS (Sistema de Posicionamento Global). O aparelho utilizado inicialmente é do fabricante Garmin, modelo GPS II Plus, com *software* 2.07, ano 1998, modelo que, em razão de suas limitações, foi substituído por outro modelo do mesmo fabricante. O novo modelo é o eTrex Vista H, com receptor WAAS/EGNOS ativado e de alta

sensibilidade. O altímetro deste GPS tem precisão de cerca de 330 centímetros, enquanto o GPS tem precisão de aproximadamente 10 metros. Embora essa justeza se aplique ao Brasil, o Programa de Disponibilidade Seletiva dos EUA, pode ser alterado. As tomadas fotográficas, abundantes neste estudo, foram realizadas, predominantemente, com uma câmera Sony Cyber-shot, modelo DSC-S730, com 7.2 megapixels de resolução e 3X de resolução óptica.

FIGURA 01 - SATÉLITE QUICKBIRD DA EMPRESA DIGITALGLOBE - 10 NOV 2009



FONTE: DIGITALGLOBE (2009).

NOTA: As imagens do satélite *QuickBird* notabilizam-se pelo extraordinário atributo, em termos de resolução espacial. Este foi um dos fatores determinantes na predileção dessas imagens para o desenvolvimento desta pesquisa.

E, finalmente, o *software* elegido foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - Spring (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2007, 2008, 2009). O Spring foi idealizado pela Divisão de Processamento de Imagens do INPE. É formado por cinco módulos, sendo três principais (impima, spring e scarta) e dois acessórios (iplot e testemesa). É um *software* nacional e livre (domínio público) com quatro opções de idiomas entre eles a língua vernácula. Outro aspecto bastante positivo deste *software* é sua interface. A disposição dos ícones, dos menus e submenus e de suas janelas, dentro

de uma perspectiva lógica, simplifica o serviço do operador. A Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra - LEGAL adotada pelo Spring o revela ainda mais acessível. Este ambiente amistoso é somado ao seu extraordinário desempenho e aplicabilidade, inclusive no âmbito das geociências. Essas características o tornaram bastante popular nos meios acadêmicos, razão pela qual foi o selecionado para processar as informações georreferenciadas aqui utilizadas.

### 1.3.2 Métodos

Diante da dificuldade de compreensão da complexa realidade ambiental através da metodologia cartesiana e newtoniana este enfoque mecanicista foi parcialmente descartado na presente tese. Tendo em vista que o conhecimento de um elemento, por si só, não é suficiente para esclarecer a funcionalidade do todo no qual o hipotético membro se insere.

Nesse contexto, este documento científico é uma tentativa de posicioná-lo, mesmo que incipientemente, dentro da concepção geossistêmica (ver também seção 1.5 - Fundamentação Teórica). Os geossistemas, por sua vez, são

entidades de organização do meio ambiente [...]. Representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza. [...]. Possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, funcionando através da interação areal dos fluxos de matéria e energia entre os seus componentes. (CHRISTOFOLLETTI, 1999b, p. 37).

Entretanto, os elementos físicos e biológicos que integram os sistemas ambientais físicos e biológicos ou geossistemas não serão comentados na sequência que lhe é inerente, ou seja: clima, rocha, relevo, solos, águas, vegetais e animais. Desse modo é oportuno salientar que o clima não é um elemento materializável e visível como é o caso da água. Por este motivo não se constitui em um pertencente do geossistema, apesar de ser imprescindível para o entendimento do mesmo.

Diante disso, o clima, nas averiguações geossistêmicas, mesmo não sendo um elemento do geossistema, é temática obrigatória e, preferencialmente, preambular. Em virtude do cerne ser a geologia e a geomorfologia, esses elementos serão avaliados ora conjuntamente, ora em capítulos próprios.

Portanto, as bases conceituais da Teoria Geral dos Sistemas, aplicadas nesta pesquisa, através da noção de geossistema, serão descritas, mesmo que palidamente, adiante (ver seção 1.5 - Fundamentação Teórica). Neste item, os fundamentos e os conceitos básicos da Teoria Sistêmica serão trazidos à baila. Neste espaço, serão ainda analisados igualmente alguns desdobramentos teóricos e metodológicos dessa teoria, destacando-se a noção de geossistema com um todo complexo, onde as interligações entre seus componentes expressam o grande avanço do emprego dessa teoria nos estudos geocientíficos e, por extensão, nas investigações ambientais.

Nessa trajetória, o método adotado é preponderantemente o dedutivo, mesmo porque “a Geomorfologia tem-se baseado muito em métodos dedutivos na interpretação das paisagens” (MABESOONE, 2000, p. 68). É conveniente registrar que a Geomorfologia explica o relevo e não a paisagem. É bem verdade que na elucidação da paisagem, o relevo é, talvez, o mais importante elemento e sua relevância na pormenorização da paisagem é tamanha a ponto de certos autores gerarem este estorvo.

No entanto, apesar da multiplicidade de métodos que particularizam esta produção intelectual, procurou-se desprender da rigidez excessiva do método científico. Em face dessa circunstância, sempre que necessário e possível, partiu-se do geral para o específico. Como corolário, as explanações foram iniciadas a partir da singularização regional, o que justifica as frequentes recorrências às regiões contíguas, ou não, à área objeto.

### 1.3.3 Metodologia da Pesquisa Geomorfológica

*As Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)* são conduzidas para ressaltar, conforme visto antecedentemente, a caracterização qualitativa e quantitativa da geomorfologia local. Partindo do pressuposto de que a Geomorfologia “encontra nas formas de relevo o seu objeto de estudo” (MARINHO, 1995, p. 16), elas podem ser examinadas sob quatro principais acepções: morfocronologia, morfogênese, morfologia e morfodinâmica. “Atualmente, nos estudos geomorfológicos, são enfatizadas a morfologia e a morfodinâmica, cujas variáveis têm uma aplicação mais direta nos estudos ambientais voltados para o planejamento e uso da terra.” (FLORENZANO, 2008, p. 12). Com assento nessa assertiva, o relevo será ponderado focalizando-se, mormente, a morfologia. É evidente que a morfodinâmica, a morfogênese e a morfocronologia também serão preocupações constantes, todavia, acessórias em relação à morfologia.

Objetivando melhor situar esta tese nesta conjuntura, determinadas considerações acerca da morfologia tornam-se propícias. A morfologia contempla dois campos: morfografia e morfometria. A morfografia se ocupa com o caráter qualitativo do relevo, enquanto na morfometria o caráter quantitativo sobressai. Essas categorias de abordagens do relevo foram amplamente divulgadas desde a segunda metade do século passado, a exemplo de Tricart (1965), com utilização predominante, no mapeamento geomorfológico. E, mais recentemente, as imagens de satélites deram um novo impulso às observações morfográficos e morfométricos. Estímulo que ocorreu em consequência desses parâmetros (morfográficos e morfométricos) serem, geralmente, os mais conspícuos nas referidas imagens.

O estudo da morfologia é o ponto de partida para o entendimento dos demais aspectos do relevo. A identificação da origem de uma feição pode ser baseada em sua forma, além do tipo de material que a constitui e da história geomorfológica da área. O tipo e a

intensidade dos processos atuais de erosão estão fortemente relacionados com a morfografia e a morfometria da superfície terrestre. (FLORENZANO, 2008, p. 12).

Após essas preliminares alegações metodológicas, parte-se para a questão da escala, que pode ser espacial ou temporal. Na análise qualitativa e na quantitativa, assim como no mapeamento geomorfológico existe uma relação implícita ou explícita entre essas escalas. O artigo de Cailleux e Tricart (1956) representa uma baliza inauguratória da perspectiva de classificar taxonomicamente o relevo. Com fulcro na aludida proposta, o próprio Tricart (1965) adiciona mais uma categoria, a oitava, que trata das feições microscópicas. Com o escopo de diagnosticar o relevo, com suporte nas escalas espacial ou temporal, diversas outras orientações teóricas metodológicas surgiram. As contribuições de Bertrand (1968), incorporando as recém-lançadas noções de geossistemas de Sotchava (1962) constituíram-se em novo paradigma, no discernimento da paisagem. Todas as colaborações, anteriormente individualizadas, tiveram expressivas repercussões no Brasil.

Mais recentemente, pode-se citar duas metodologias autóctones de grande envergadura. Para ilustrar essa afirmação, tem-se o Projeto RADAMBRASIL e o trabalho de Ross (1992). Ambas serão, a seguir, aduzidas.

Com o propósito de levar a efeito o arrolamento dos recursos naturais, através de sensores remotos, foi celebrada no segundo lustro da década de 1960, uma cooperação entre o Brasil (Comissão Nacional de Atividades Espaciais - CNAE) e os Estados Unidos da América (*National Aeronautics and Space Administration* - NASA). Desta associação, surge em 1970 o Projeto Radar da Amazônia - RADAM. Como esse empreendimento teve sua abrangência ampliada para todo o território nacional, passou a se chamar, a partir de 1975, de Projeto RADAMBRASIL.

O Projeto RADAMBRASIL deu um significativo impulso ao

conhecimento geocientífico nacional. Foi o maior levantamento mundial de recursos naturais realizado com radar aerotransportado. Os produtos desse empreendimento foram registrados em 38 volumes, dos quais foram publicados até hoje 34 (LIMA, 1995, p. 34).

A metodologia utilizada pelo Projeto RADAMBRASIL, dirigida ao mapeamento geomorfológico, foi amplamente discutida por Barbosa *et al.* (1983) e notadamente por Nunes *et al.* (1995). Essa metodologia, apesar de ter sofrido significativas alterações durante a execução do mencionado Projeto, segue em suas linhas gerais a mesma lógica das metodologias de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965), precedentemente assinaladas. Entretanto, é inovadora por usar imagens de radar. É estruturada em quatro grandes níveis taxonômicos e requer pequena escala já que os mapas foram apresentados em escala de 1/1.000.000.

A metodologia idealizada por Ross (1992), por sua vez, é decorrente das “informações e orientações experimentadas e amadurecidas ao longo de vários anos no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.” (ROSS, 1992, p. 17). É alicerçada, também, na experiência do autor junto ao Projeto RADAMBRASIL. Nesse sentido, é uma tentativa de aplicação da metodologia do Projeto RADAMBRASIL, destinada ao mapeamento geomorfológico, direcionada a inúmeras escalas de estudo. Em virtude disto Ross (1992) aumentou os níveis taxonômicos para seis classes.

O quadro exposto é extremamente sintético, mesmo porque essa reflexão não tem como finalidade precípua o mapeamento geomorfológico. No entanto, é suficiente para enquadramento desta pesquisa no que se refere à metodologia da classificação espaço-temporal dos fatos geomorfológicos.

Tomando como ponto de partida a proposta de Cailleux e Tricart (1956), percebe-se que as metodologias subsequentes mantiveram a linha dorsal daquela

enunciação. E, embora outras formulações metodológicas sejam reconhecidas, as cinco antes ventiladas, são as mais difundidas no Brasil.

Em síntese, as metodologias de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965) são praticamente a mesma. Ambas se apoiam na proporcionalidade espacial e temporal das dissímeis formas de relevo, ou seja, quanto maior, mais antiga será. A obra de Bertrand (1968) é fundamentada em seis níveis hierárquicos (zona, domínio, região natural, geossistema, geofácies e geótopo). Esses podem ser facilmente correlacionados com os níveis taxonômicos de Cailleux e Tricart (1956). Nos dias atuais, o significado de geossistema pode, perfeitamente, designar qualquer uma daquelas unidades de paisagem. Por exemplo, a bacia hidrográfica é um geossistema. Um de seus afluentes é um subsistema. Se considerado separadamente, passa a ser um geossistema. Além desse fato, as terminologias empregadas por Bertrand (1968) efervesceram no final do século passado e acham-se em pleno declínio no século atual. Exceção para o termo geossistema que atualmente tem outra acepção, pois pode ser admitido para todas as escalas espaciais e/ou temporais. Bertrand (1968), recepcionando as noções de geossistemas de Sotchava (1962) “procuraram estabelecer uma determinada escala de grandeza específica para o geossistema, e propondo subdivisões nos aspectos biogeográficos das paisagens.” (CHRISTOFOLLETTI, 1999b, p. 43).

Os mapas geomorfológicos gerados pelo Projeto RADAMBRASIL são de escalas pequenas (1/1.000.000). Logo, as formas de relevo da área objeto deste trabalho são incompatíveis de cartografiação naquela escala. Os domínios morfoestruturais, as regiões geomorfológicas, as unidades geomorfológicas e os tipos de modelados constituíram os níveis taxonômicos do referido Projeto. Esses níveis taxonômicos foram influenciados, conforme salientado anteriormente, pela metodologia de Cailleux e Tricart (1956).

A metodologia de Ross (1992), em consequência de sua maior amplitude

escalar, poderia ser aplicada à cartografiação do relevo do município de João Pessoa. Porém, a mesma ressente-se de uma abordagem sistêmica para a apreciação do relevo.

À luz desses referenciais metodológicos eleger-se-á nesta pesquisa a metodologia de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965), enquadrando-a basicamente na interface entre a quarta e a quinta ordem de grandeza. A utilização desta metodologia fica condicionada aos objetivos previamente delineados.

“A cartografia geomorfológica ressente-se da dificuldade de encontrar adequado modelo de representação gráfica, existindo uma diversidade de propostas metodológicas, que valorizam sempre um determinado elemento do relevo.” (ROSS, 1992, p. 25). Nesta mesma linha de raciocínio, tem-se a seguinte assertiva

no contexto operacional, os mapeamentos geomorfológicos ainda não seguem um padrão pré-definido, tanto em nível de escalas adotadas, como quanto à adoção de bases taxonômicas a elas aferidas. Neste ponto recai, essencialmente, a dificuldade de um critério padronizado para elaboração de mapeamentos temáticos, em bases geomorfológicas. (ARGENTO, 2010, p. 365-366).

Não se trata de conspurcar a importância da cartografia geomorfológica. Apesar disso, o material cartográfico, aqui apresentado, é de natureza singela sem, contudo, haver supressão da cartografiação dos fatos de maior envergadura. Procurou-se evitar, desta forma, uma carga excessiva de informações, tais como, caracteres alfanuméricos, hachuras, entre outros.

A cartografiação geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. (ROSS, 1992, p. 25).

#### 1.3.4 Metodologia do Geoprocessamento

Com essas considerações, parte-se para a metodologia posta em prática no

Geoprocessamento e, nessa perspectiva, foi usado o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - Spring, que é um banco de dados geográfico de segunda geração. Todo o processamento de imagem foi realizado nesse *software*, em ambiente Windows, especificamente no Windows Vista Ultimate, *service pack* 2, de 64 bits.

Foi preferida a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator - UTM, meridiano central -33° oeste de Greenwich, zona 25 sul. Em virtude de ter sido a projeção escolhida para o mapeamento sistemático do Brasil, o qual acarretou as cartas topográficas (1:25.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:250.000), entre as quais as exploradas nesta ocasião e devidamente individualizadas na seção 1.3.1 (Materiais). O referencial geodésico empregado foi o Córrego Alegre, que ainda é o sistema de referência geodésico utilizado para o Sistema Cartográfico Nacional, em que pese a vigência, desde início de 2005, do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS2000. Esse último referencial geodésico será, após o primeiro lustro da década de 2010, o único disponível oficialmente no Brasil.

Os dados georreferenciados, selecionados em consonância com os intuitos desta tese, tais como curvas de nível e imagens *QuickBird*, entre outros foram lançados neste *software*. Essas informações alimentaram o banco de dados e serviram para definir o projeto e suas respectivas categorias e planos de informação.

As cartas topográficas detalhadas na seção 1.3.1 (Materiais), foram digitalizadas através de um escâner. Os arquivos originados, com extensão \*.tiff, foram transformados em extensão \*.spg. Essa transfiguração foi efetuada no módulo Impima do Spring. Uma vez concluída a operação, os arquivos-imagem foram submetidos ao registro (georreferenciamento). Os pontos de controle, a equação de mapeamento e a interpolação, foram executados no Spring.

Os arquivos-imagem foram vetorizados, no Spring (módulo homônimo), com as fronteiras municipais e com as curvas de nível, equidistantes 5 (cinco)

metros (figura 02). Como as informações das curvas de nível, embora imprescindíveis, são insuficientes para a interpretação morfográfica, recorreu-se ao Modelo Numérico de Terreno - MNT ou *Digital Terrain Model* - DTM, doravante denominado de MNT.

O MNT reproduz, através da matemática computacional, o relevo. A feitura do MNT envolveu três etapas. A primeira correspondeu à aquisição das informações, enquanto a fase subsequente foi a de confecção de grades. E, finalmente, foram gerados produtos, tais como imagem de nível de cinza e imagem sombreada. O MNT é imprescindível ao estudo morfométrico, pois é através desse modelo que são elaborados os mapas topo-morfológicos, de declividade, de exposição de vertentes, entre outros.

O MNT foi engendrado no formato de uma grade de pontos, e de uma rede de irregular triangular (figura 03). O modelo Triangular Irregular Network - TIN, ou simplesmente, grade irregular triangular é, geometricamente falando, um sólido limitado por polígonos planos. “Os pontos amostras são conectados por linhas para formar triângulos. [...] Os valores de cota dos vértices dos elementos triangulares da malha triangular não precisam ser estimados por interpolações.” (FELGUEIRAS, 2001, p. 15).

Com base no MNT foram edificados, por exemplo, o mapa de declividade (mapa 07) e o mapa hipsométrico (mapa 08). Ambos subsidiaram a análise morfométrica e morfográfica. Os aludidos materiais cartográficos serão apresentados no capítulo 5 (Resultados e Discussões).

O mapa geomorfológico ficou restrito à compartimentação morfológica. Foi criado, conforme visto anteriormente, com fundamento no MNT, na imagem de nível de cinza, na imagem sombreada, no mapa de declividade e no mapa hipsométrico. As informações contidas nas referências bibliográficas, e as obtidas nas verificações, *in loco*, complementaram e possibilitaram a geração do referido

FIGURA 02 - ARQUIVO-IMAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA COM AS CURVAS DE NÍVEL E LIMITES

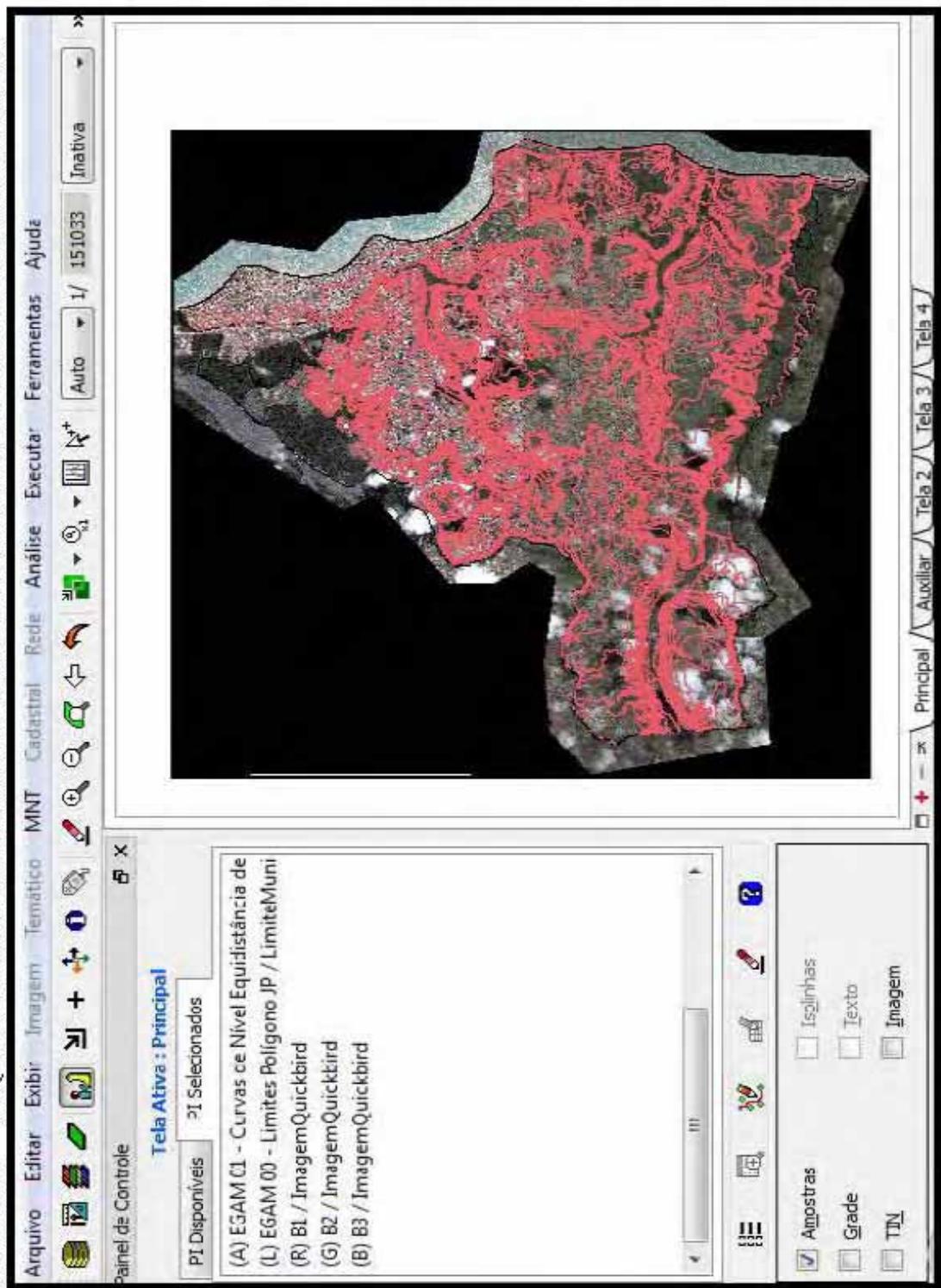
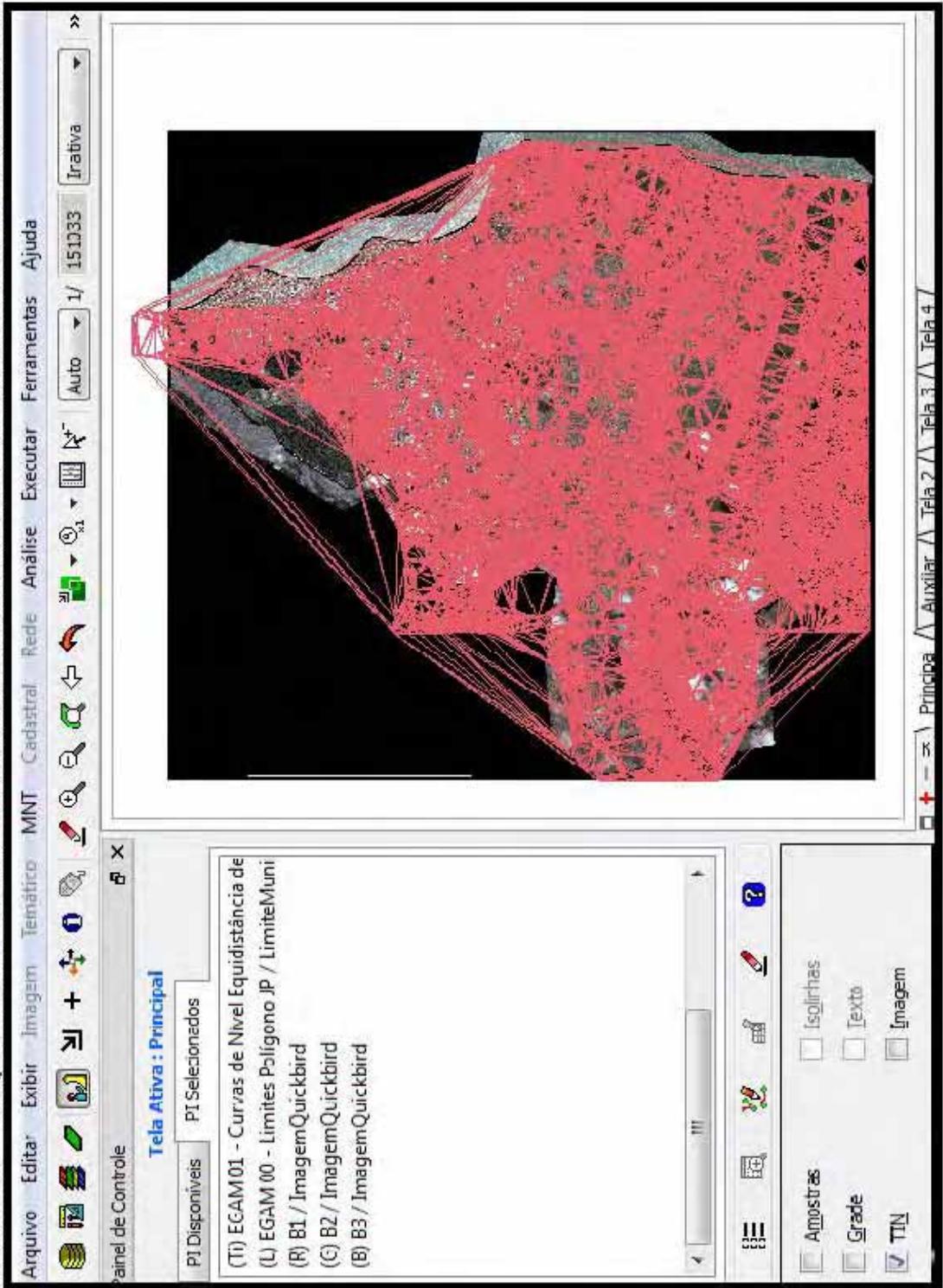


FIGURA 03 - ARQUIVO-IMAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA E A REDE TRIANGULAR IRREGULAR.



mapa geomorfológico.

Em diagnósticos geocientíficos, os deslocamentos ao campo, em geral, são consumados em poucas etapas. Entretanto, neste particular, as incursões ao campo praticamente acompanharam toda a evolução do processo investigatório. Tal fato foi estimulado pela facilidade de acesso ao lugar de estudo. E, em todas as visitas, procurou-se priorizar as propriedades mais conspícuas para a caracterização geológico-geomorfológica da superfície em diligência. Para tanto foi realizado um rígido controle dos locais inspecionados e de suas respectivas constatações. Inicialmente, os pontos inspecionados foram espacialmente bem distribuídos. Posteriormente, concentraram-se naqueles de maior relevância geológico-geomorfológica, tais como: falésias, planícies de inundação, regiões de grande dinâmica geomorfológica, cortes de estradas, entre outros.

Preliminarmente, foi levado a efeito um reconhecimento geral da área objeto de investigação. Os elementos componentes dos geossistema foram avaliados, assim como, algumas de suas relações causa-efeito.

Na medida em que a análise da imagem *QuickBird* prosseguia, era gerado o MNT. Deste modo surgiram os primeiros esboços geomorfológicos, que foram sendo aperfeiçoados na razão proporcional em que os novos dados foram sendo obtidos, seja em campo, seja em gabinete, seja em laboratório (geoprocessamento). Em um processo que, por analogia, é denominado na Teoria Geral dos Sistemas de retroalimentação positiva.

Motivados pelas dúvidas que emergiam durante o desenvolvimento desta reflexão, as averiguações, *in loco*, ressurgiram com propósitos mais pontuais. Os fenômenos observados, desde que em sintonia com os objetivos previamente delineados, foram devidamente inventariados. Houve obtenção das coordenadas, através do GPS, e exaustivo registro fotográfico.

Esse recursos se revelaram bastante positivos. As coordenadas

facilitaram a espacialização dos fenômenos, enquanto as mencionadas fotografias foram de grande valia na explicação morfográfica. Indistintamente, contribuíram para uma maior fluência do relatório final.

### 1.3.5 Procedimentos Adicionais

No transcorrer desta pesquisa procurou-se, igualmente, seguir rigorosamente determinadas condutas, que além de se incorporarem automaticamente à metodologia de trabalho, têm por escopo reforçar a lógica e a coerência das ideias em todas as etapas de sua preparação. Alguns comportamentos adquirem maior envergadura, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, e serão abordados na sequência, sem nenhuma conotação valorativa.

Por ser um texto acadêmico, as normas oficiais pertinentes foram evidentemente recepcionadas. Entretanto, considerações introdutórias sobre a aplicação das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT são necessárias. A Norma Brasileira - NBR 10520 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2002) que disciplina o uso de citações em documentos faculta, em citações indiretas, a sinalização das páginas discorridas. A comunidade científica quase sempre prefere omitir tais indicações, até mesmo quando se trata de citação direta. Contrariando essa prática consuetudinária, procurou-se, sempre que possível, apontar as páginas consultadas, mormente quando concernem a fontes impressas. Esse expediente tem como finalidade a localização exata e célere das referências utilizadas para as citações diretas ou indiretas. Proporcionando, desta forma, maior comodidade ao leitor, possibilitando-o acompanhar a concatenação dos assuntos expostos.

Não obstante, quando a informação elegida constar de várias páginas, ininterruptas ou não, ou ainda da síntese de uma obra, não haverá, obviamente, a

necessidade de precisar os trechos sondados. E, em alguns casos, não haverá nem mesmo a possibilidade da indicação. Informações extraídas de meios eletrônicos (CD-ROM, DVD, *on-line*, entre outros), por exemplo, quando não paginadas, se enquadram neste último cenário.

Outro aspecto a salientar, é a preocupação constante em evitar profusão de citações, hábito corriqueiro nos meios acadêmicos. Para tanto, informações notórias, ou seja, aquelas bem conhecidas, gerais e popularizadas desde há muito tempo, pela comunidade científica, não serão objeto de citações.

Em substituição ao excesso de citações, optou-se por uma seleção criteriosa das menções extraídas de outras fontes, que foram, quase sempre, tema de comentários que, conforme o caso serviu para aceitar ou refutar as informações trazidas para as apreciações. Procurou-se, assim, imprimir um caráter pessoal mais marcante na interpretação dos conteúdos dissertados.

Todavia, os argumentos utilizados para refutar determinada informação pretendem única e exclusivamente demonstrar os pontos relevantes no desenvolvimento do conhecimento acerca dos temas apresentados. Muitas vezes procurou-se atestar que certas concepções, embora de basilar importância na época em que se tornaram públicas, necessitam ser remediadas no estado da arte. Essas alusões enfocam a posição do autor desta enunciação, frente a essas questões. E, tal como aquelas, estão passíveis de serem revistas, criticadas e quiçá, refutadas. Vale aqui ressaltar que uma das mais destacadas características do conhecimento científico é a possibilidade de serem refutáveis.

Portanto, as publicações e seus respectivos responsáveis aqui adotados, tiveram, em escalas diferenciadas, papel fundamental na edificação do arcabouço conceitual e metodológico desta explanação. Todos, sem exceção, merecem o respeito e a admiração da comunidade científica.

A precisão conceitual constitui pré-requisito básico de qualquer trabalho

científico. No entanto, na literatura geológica e, principalmente na geomorfológica é ainda bastante comum a adoção de termos técnicos polissêmicos.

Nesta investigação, a exatidão das definições foi uma preocupação constante. Por essa razão, sempre que as circunstâncias exigirem, haverá discussão conceitual de vocábulos técnicos na tentativa de impor maior inflexibilidade ao seu significado. Em casos singulares ficou patente o sentido polissêmico. Esse procedimento objetiva um maior rigor científico no uso de alguns vocábulos e dos temas aqui aduzidos contribuindo, deste jeito, para uma melhor compreensão dos mesmos.

#### 1.4 REVISÃO DA LITERATURA

Fazer uma revisão da literatura acerca da temática proposta requer um notável poder de síntese. Apesar de grande parte das pesquisas ter uma orientação generalista.

Não se tratar de uma simples reavaliação bibliográfica sobre a geologia da área em tela ou de suas adjacências. Este tópico versará sobre aqueles conhecimentos geológicos relevantes para a pormenorização geomorfológica. Para tal, reflexões preambulares mostram-se imperativas.

Teoricamente, a distinção entre o que é geológico [...] e geomorfológico repousa na perspectiva focalizadora do estudo do relevo. [...] Contudo, na prática, é tarefa que ainda envolve um certo grau de dificuldade. (MARINHO, 1995, p. 18).

Destarte, considerações esparsas e de cunho descritivo, versando sobre matérias que podem ser relacionadas à geologia e à geomorfologia da Paraíba, encontram-se dispersas em diversos documentos. No contexto das elucidações geológicas do leste de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte, “pode-se dizer que os trabalhos tiveram início de fato em 1870, quando foi publicada a conhecida obra de Hartt, intitulada *Geology and Physical Geography of Brazil*, nada

se conhecendo sobre a geologia desta área até aquele momento.” (MABESOONE, 1991a, p. 11). Porém, a realidade não é bem essa.

No relatório de Hartt (1870, p. 440-450), mais precisamente no capítulo XI - *The Province of Paraíba do Norte* -, a Geologia e a Geografia Física da Paraíba são dissertadas em apenas onze páginas. O marco inaugural no entendimento geológico do leste da Paraíba e em especial na área hoje contemplada pelo município de João Pessoa, deve-se a Williamson (1868).

Além de detalhar as camadas Cretáceas do leste da Paraíba, Williamson (1868) fez importantes observações acerca da granulometria dos sedimentos e das concreções ferruginosas existente no litoral de João Pessoa. Outra importante colaboração para a área em exame foi a de Branner (1904). Em relação aos discernimentos geológicos do leste de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte, Mabesoone (1991a) fez um apanhado geral da evolução dessas pesquisas, sendo também da sua autoria (Mabesoone, 1991c) o histórico das produções intelectuais, com a análise cronológica das proposições de maior envergadura.

No âmbito da Geomorfologia, o magno salto do conhecimento da área representada por João Pessoa e imediações deu-se com o advento do XVIII Congresso Internacional de Geografia, ocorrido na cidade do Rio de Janeiro (RJ), no ano de 1956. Neste ensejo, o Nordeste, notadamente, Pernambuco e Paraíba foram beneficiados com a vinda de geomorfólogos brasileiros e estrangeiros, de elevada reputação, cujas comprovações, *in loco*, possibilitaram um excepcional avanço das informações geomorfológicas daqueles Estados. Outrossim, são de significativa importância os convênios nacionais e internacionais, sobressaindo-se os executados pela SUDENE. Entre eles, pode-se exemplificar o Programa Bacia Escola de Hidrogeologia, com cooperação técnica francesa, iniciado na segunda metade de 1965.

Durante a década de 1960, as exposições escritas eram essencialmente,

decorrentes dos dados obtidos durante as excursões científicas, realizadas por ocasião do XVIII Congresso Internacional de Geografia. Na década de 1970, diminutas explanações teve por assunto a Geomorfologia da Paraíba e menos ainda sobre João Pessoa. Na década subsequente se faz notar, por seu pioneirismo em termos de geomorfologia paraibana, o livro intitulado de *Estado da Paraíba: Classificação Geomorfológica* de Maria Gelza Fernandes de Carvalho (1982). Merece igualmente destaque o compêndio de André Guilcher (1984) intitulado *Geomorphologie et Utilization de la Côte de la Paraíba (Brésil)*. Na década de 1990 persiste a escassez de produção, ressaltando-se apenas algumas ponderações localizadas. Nesse brevíssimo histórico, foram propositadamente omitidos excelentes textos de enfoque regional, como o volume referente à Folha SB. 24/25 Jaguaribe/Natal do Projeto RADAMBRASIL (1981). Da mesma maneira, preterimos boas obras atinentes ao meio ambiente paraibano, que não tinham a Geomorfologia como cerne. Exemplificam a afirmação acima a tese de doutorado de Antonio Sérgio Tavares de Melo (1983), intitulada *L'organisation des paysages dans l'est de la Paraíba et du Rio Grande do Norte (Brésil): une contribution de l'imagerie-radar aux études eco-géographiques* e duas publicações sobre a *Géographie et Ecologie de la Paraíba*, oriundas da parceria do *Centre d'Etudes de Géographie Tropicale, Centre National de La Recherche Scientifique*, Conselho Nacional de Pesquisa e Universidade Federal da Paraíba, no interstício de 1980-1984.

Embora os trabalhos mencionados contemplem a área em foco, todos tiveram um caráter superficial em relação ao município de João Pessoa. A geologia e a geomorfologia de João Pessoa, até então, sempre estiveram inseridas em uma atmosfera generalista que envolvia vastas dimensões espaciais. Essas discussões estão dispersas em estudos a nível de Paraíba, ou até mesmo do Nordeste e foram muito úteis até um determinado momento.

Hoje, em virtude das necessidades de dados específicos, em escala apropriada, aquelas perquirições não são mais aconselháveis por simplificarem demasiadamente a realidade local, distorcendo-a, às vezes. “Diante deste fato, fica constatado que, a metodologia concernente para caracterizar e classificar as formas de relevo deve ser dissímil, devido às diversas escalas de grandezas dos fatos estudados.” (MARINHO, 2002, f. 93). Entretanto, na prática, essa verificação nem sempre prende a atenção dos pesquisadores.

A geologia e a geomorfologia de João Pessoa só podem ser compreendidas em profundidade, extrapolando seus limites territoriais. O arcabouço geológico e geomorfológico no qual se insere é, sem dúvida, fundamental. Apesar disso, o equacionamento dos problemas geológico-geomorfológicos do município não se justifica, no estado da arte, apenas com informações originadas de sínteses.

Nessa perspectiva, é preciso avançar muito. As pormenorizações locais e privativas são ainda hoje raras. No âmbito geológico, particularmente estratigráfico, merece evidência o trabalho de Coutinho (1967). Em que pese algumas imprecisões, inclusive no título, essa obra se constitui em uma referência obrigatória. Para a elaboração dessa monografia, foram colhidas 12 amostras sedimentológicas, no trecho entre as praias Barra de Gramame e Cabo Branco, no litoral meridional do município de João Pessoa. O material recolhido foi submetido às análises granulométricas e morfoscópicas, sendo quantificado grau de arredondamento e esfericidade de cada amostra. Assim como foram realizados ensaios mineralógicos dos sedimentos clásticos e dos calcários, que subsidiaram a geóloga nas interpretações estratigráficas e hidrogeológicas de João Pessoa.

Outra importante contribuição deve-se a Rand (1977). O reconhecimento gravimétrico que o autor designou de Bacia João Pessoa trouxe à baila novas informações, que foram muito utilizadas no entendimento paleogeográfico da hoje denominada Sub-Bacia de Alhandra. Nesse levantamento gravimétrico, a área do

município de João Pessoa foi contemplada diretamente e individualmente com múltiplas observações.

Também faz jus ser assinalada a monografia de Monteiro (1989). Embora tenha feito um diagnóstico de um espaço geográfico restrito (porção meridional do município de João Pessoa), o referido técnico obteve bons dados faciológicos e, por extensão, geológicos.

As publicações geológico-geomorfológicas que avaliam de maneira exclusiva a área correspondente ao território do município de João Pessoa são bastante reduzidas. Nesse sentido, e em virtude do avanço das geociências, particularmente da geologia e da geomorfologia, grande parte das parcas obras tornadas públicas necessita de revisão.

Mais recentemente houve uma profusão de trabalhos acadêmicos provenientes dos diversos programas de pós-graduação, basicamente de instituições públicas de ensino superior. No entanto, as aludidas dissertações e congêneres apresentam a área em apreço em dois prismas. Em um deles, retrata um contexto espacialmente bem mais amplo, portanto de cunho regional. Em outro, aborda áreas internas do município de João Pessoa, portanto de cunho pontual.

No bojo de tais alegações, nos dias hodiernos, o município de João Pessoa ressentente-se da ausência de circunspecções geológicas e geomorfológicas próprias, o que corrobora ainda mais para o caráter inovador desta tese. E, conforme visto previamente no item 1.1 (Preliminares, Justificativas e Relevância), tal fato tem repercussão bastante negativa, comprometendo o planejamento, a gestão e a sustentabilidade ambiental do município.

Entre as investigações geológicas, de maior fôlego, com primordial significado geológico-geomorfológico e de natureza regional, salientam-se: Gadi (1993), Souza (1999), Neves (2003), Barbosa (2004), Souza (2006), Barbosa (2007) entre outros. No que diz respeito aos documentos científicos, eminentemente

geomorfológicos, igualmente em escalas menores (semidetalhe), distinguem-se pela qualidade, Sá (1998) e Furrier (2007). Entre as temáticas localistas, limitados a uma certa parcela do território do município, logram destaque: Melo (2001), Silva (2007), Reis (2008), entre outros.

É bem verdade que outras apreciações estão disponíveis, principalmente em revistas especializadas, normalmente, derivadas das publicações citadas antecendentemente. Logo, em linhas gerais é este o panorama atual, do qual fica patente que os estudos geocientíficos no município de João Pessoa ainda se encontram em estado incipiente.

## 1.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As paisagens geológico-geomorfológicas é uma etapa inserida em um *continuum* evolutivo. Assim sendo, a dinâmica das formas de relevo é algo indubitável. A ação pluvial, fluvial, eólica, entre outras condicionam os inúmeros processos morfogenéticos.

Se a dinâmica morfológica é algo inconteste, o mesmo não se pode dizer do modo pelo qual o relevo cambia. As progressivas transformações vivenciadas pelo modelado são explicadas pelas teorias geomorfológicas. As teorias geomorfológicas são conjuntos de conhecimentos sistematizados que se propõem a elucidar a estruturação e esculturação do relevo. A teoria emprega uma simbologia que existe apenas no campo das ideias, sem suporte material. “O maior ou menor sucesso da teoria está na facilidade em se relacionar a simbologia abstrata aos eventos do mundo real.” (CHRISTOFOLLETTI, 1980, p. 159).

A pesquisa científica deveria ser norteada por uma teoria. Entretanto, “poucos autores revelam claramente sua posição face às diversas propostas teóricas e metodológicas.” (ABREU, 2003, p. 52).

Contrariando a tendência anteriormente exposta, a tese em tela é norteada pela Teoria do Equilíbrio Dinâmico. Esta teoria entende que o relevo constitui sistemas abertos. Por serem sistemas abertos, nos sistemas geomorfológicos ocorrem transferências permanentes de energia e matéria com os demais sistemas com os quais se relacionam. E as formas de relevo refletem as permutas de energia e matéria através de suas respectivas geometrias. Desse modo, na óptica da Teoria do Equilíbrio Dinâmico, a noção de sistemas e, por conseguinte, os enfoques holísticos, estão implícitos.

Nesta trajetória, as mencionadas abordagens, aplicadas às discussões geomorfológicas, ainda é um grande desafio em pleno início deste século XXI. O resgate desse tipo de exame foi possível devido ao

estabelecimento de clima científico próprio à abordagem e valorização de quadro natural, os movimentos relacionados com a crise ambiental, a difusão das perspectivas sistêmicas e das técnicas de análise multivariadas, e a preocupação em fornecer as bases necessárias para os planejamentos sócio-econômicos. (CHRISTOFOLLETTI, 1981a, p. 6).

O estudo integrado trabalha com a noção de conjunto.

O conjunto não é apenas o resultado da somatória das partes, mas surge como sendo algo individualizado e distinto, com propriedades e características que só o todo possui. [...]. O todo assume uma estrutura e funcionalidade diferenciada dos seus subcomponentes. (CHRISTOFOLLETTI, 1999a, p. 2-3).

A presente explanação tem como objetivo precípua a discussão da geologia e da geomorfologia do município de João Pessoa, viabilizando, desta forma, não só uma melhor percepção das organizações espaciais mas principalmente, fornecimento de subsídios para uma organização espacial mais harmônica. Para que se atinja, mesmo que parcialmente, tais propósitos o delineamento da noção de geossistema e a maneira como o mesmo é estruturado, tornam-se imperativos. Nessa linha de raciocínio, os sistemas ambientais físicos e biológicos igualmente denominados de geossistemas significam a organização

espacial consequente da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, rocha, relevo, solos, águas, vegetais e animais). Sendo oportuno ressaltar que o clima, embora seja um elemento da natureza, não se incorpora ao geossistema por ser um agente abstrato.

Os geossistemas apresentam “expressão espacial na superfície terrestre representando uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando através dos fluxos de energia e matéria, dominante numa interação areal” (CHRISTOFOLLETTI, 1999b, p. 42), e são classificados como sistemas não isolados do tipo aberto. O geossistema, ao ter como atributos a expressão espacial na superfície terrestre, e por funcionar através dos fluxos de energia e matéria denota, não apenas a possibilidade e a necessidade de ser cartografado, assim como manifesta o caráter dinâmico que lhe é inerente.

Os fluxos de energia e matéria sofrem interferências tanto de outros geossistemas, quanto dos sistemas sócio-econômico-culturais. Portanto, essas interferências modificam os *inputs* e *outputs* de energia e matéria. Dependendo da magnitude das intervenções e da capacidade de absorção, pode ocorrer, a desestabilização do sistema.

Nesse sentido, o arranjo, a singularidade e a relevância dos elementos geossistêmicos, somados à análise de sua estrutura, grau de estabilidade, funcionamento interno e externo, aspectos dimensionais, capacidade de absorção e de resiliência, e a evolução e a prognose dos mesmos (geossistema) fornecem informações fundamentais aos plurais instrumentos do zoneamento, do planejamento e da gestão ambiental e urbana. As respostas advindas dessas considerações constituem um arsenal de informações que deve orientar a gestão territorial. A partir desses conhecimentos, determinadas atividades serão permitidas, incentivadas, restringidas ou proibidas. Em vista disso, depreende-se que as elucidações dos sistemas ambientais físicos e biológicos, ou geossistemas são de

grande importância para a sustentabilidade ambiental.

## 1.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO

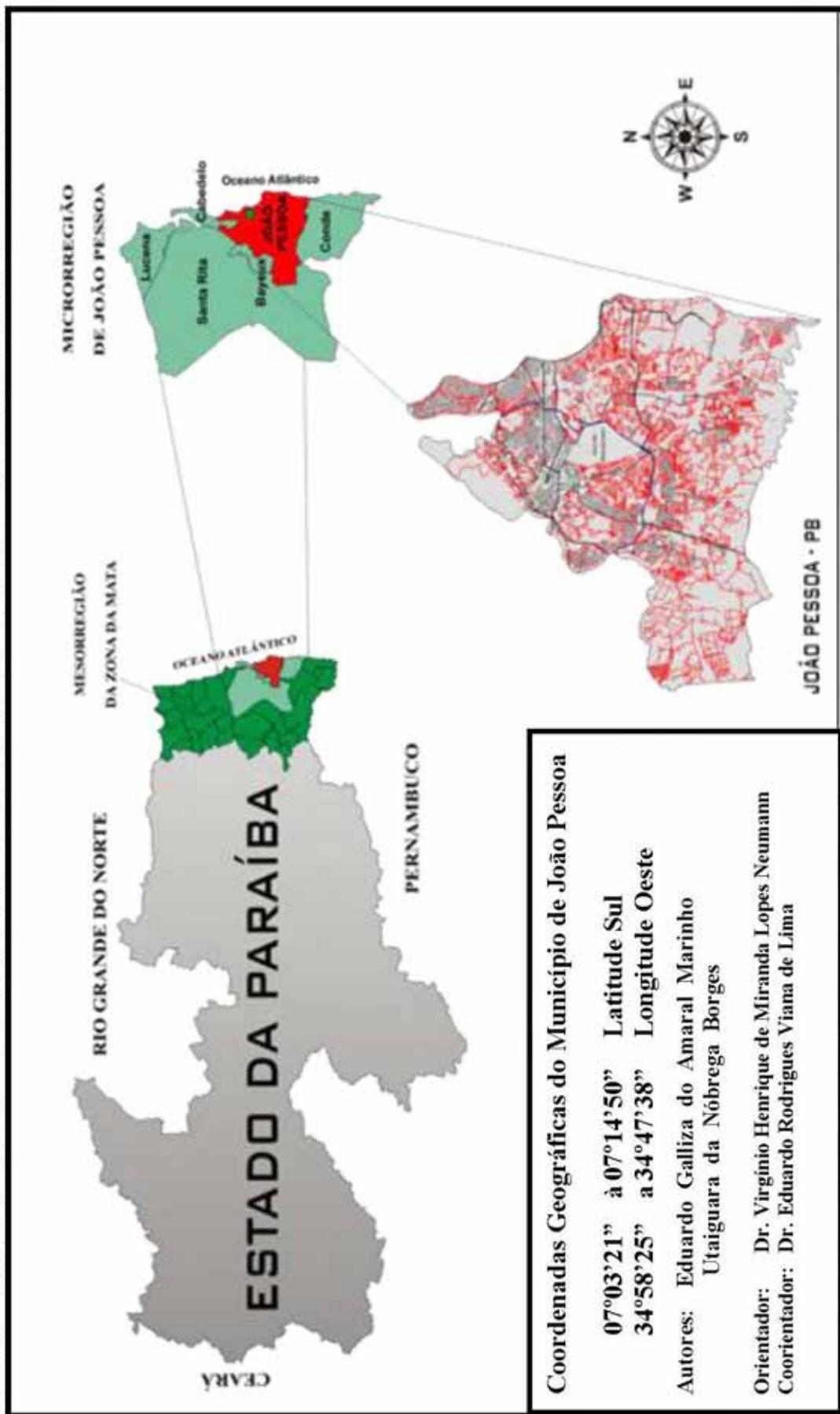
O atual território de município de João Pessoa pertenceu à Capitania de Itamaracá. Desde a sua instalação, na condição de cidade, em 05 de agosto de 1585 até os dias modernos recebeu diversas denominações. Teve, evidentemente, ao longo de sua história mais que quadrissecular, atribuições e organizações espaciais e político-administrativas distintas. Em 04 de setembro de 1930 passou a se chamar oficialmente João Pessoa. Do ponto de vista político-administrativo, o município de João Pessoa passou por contínuas transformações. Entre 1939 e 1943, chegou a contemplar seis distritos: João Pessoa, Alhandra, Conde, Pitimbu, Cabedelo, e Tambaú. Atualmente não possui nenhum.

Com o objetivo de organizar e oficializar a Divisão Regional do Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE criou, através da Resolução 143 de 6 de julho de 1945, a Divisão do Brasil em Zonas Fisiográficas. Dando prosseguimento às novas tentativas de dividir o território brasileiro, em áreas geograficamente semelhantes, o referido Instituto criou novas áreas individualizadas. Partindo das unidades maiores para as unidades menores, ficaram regulamentadas as mesorregiões e as microrregiões homogêneas.

No contexto das macrorregiões, mesorregiões e microrregiões homogêneas, atualmente denominadas de geográficas, o município de João Pessoa localiza-se na macrorregião do Nordeste. A mesorregião é a Mata Paraibana que equivale ao número 04 e a microrregião geográfica respectiva é a de João Pessoa, cujo número é 22 (mapa 01).

Segundo dados do Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba - IDEME (2007), o município de João Pessoa abrange 210,55 km<sup>2</sup> que

MAPA 01 - LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA NO ESTADO, NA MESORREGIÃO E NA MICRORREGIÃO



MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB). João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências (Escola de Engenharia e Geociências) da Universidade Federal de Pernambuco.

equivalem a 0,37% da área do Estado da Paraíba. Em área, ocupa a centésima posição no Estado. Ainda com fulcro no Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba - IDEME (2007), o município limita-se ao norte com os municípios de Santa Rita e Cabedelo; ao sul, com os municípios do Conde e de Santa Rita; a leste, com o Oceano Atlântico; e a oeste com os municípios de Santa Rita e de Bayeux.

De acordo com as imagens do satélite *Quickbird*, devidamente georreferenciadas, e detalhadas no item 1.3 (Materiais, Métodos e Metodologia), o município de João Pessoa tem as seguintes coordenadas geográficas: 7°03'21" a 7°14'50" de latitude sul e 34°58'25" a 34°47'38" de longitude oeste. Coordenadas similares, dentro da margem de erro aceitável, foram obtidas com as imagens Landsat. Merece ser destacado o fato de a extremidade leste do município, representada pela Ponta do Seixas e localizada no bairro homônimo, ser o ponto mais oriental da porção continental das Américas (figura 04).

Chama a atenção dois fatos corriqueiros e inaceitáveis. O primeiro diz respeito à área territorial do município de João Pessoa e sua correspondente participação percentual no estado da Paraíba. O segundo relaciona-se com suas coordenadas. As publicações oficiais e acadêmicas apresentam dados divergentes, sendo da mesma maneira frequente o desprezo equivocado das frações aritméticas. Nesse sentido, é comum arredondar a área para 210 km<sup>2</sup> e a respectiva fração no Estado para 3%. Mais inadmissível ainda é mencionar as coordenadas do município de forma pontual.

A posição geográfica da área em estudo é bem próxima ao Equador, essa pequena distância é que determina, acentuadamente, a definição do clima, cujas características mais marcantes são as elevadas temperaturas, pluviosidade e umidade. Essas particularidades climáticas potencializam os processos intempéricos e erosivos, com notáveis repercuções na morfogênese.

O município de João Pessoa contempla, oficialmente, 64 bairros (mapa 02). Em virtude de suas repartições espaciais e de suas especificidades sócio-econômico-culturais, os referidos bairros são agrupados em quatro grandes classes. Essas classes, denominadas de zonas, são: norte, sul, leste e oeste. Podendo, igualmente, serem identificados pelas terminologias congêneres.

FIGURA 04 - PONTA DO SEIXAS, PONTO EXTREMO LESTE DO BRASIL - 29 JAN 2003



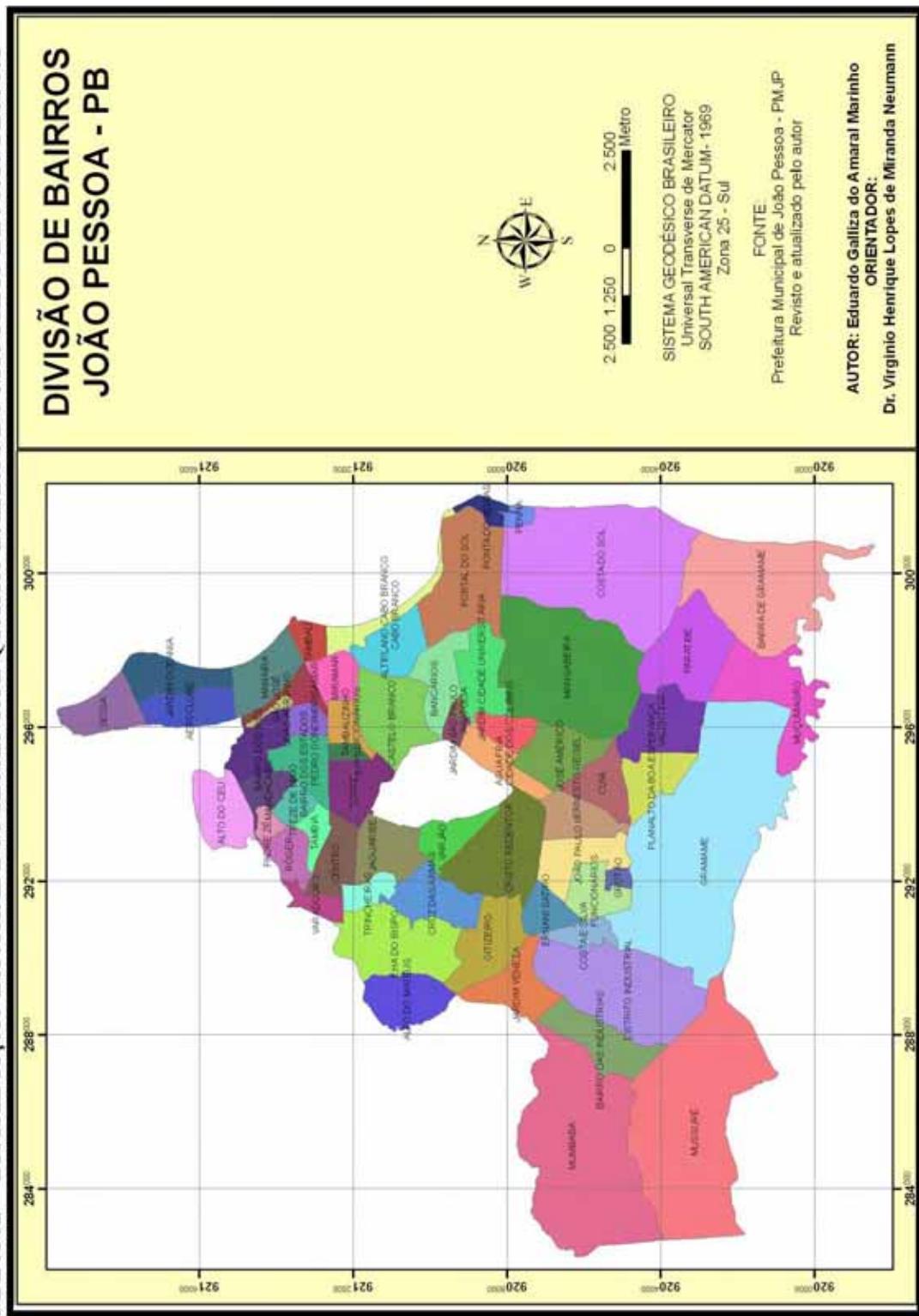
FONTE: O autor.

NOTA: A Ponta do Seixas é o ponto mais oriental do Brasil e de todo o setor continental das Américas. Essa particularidade é mais um atrativo turístico do município de João Pessoa.

Fotografia obtida do miradouro em frente ao Farol do Cabo Branco, das subsequentes coordenadas geográficas: 07° 08' 53" latitude sul e 34° 47' 45" longitude oeste, com foco na direção sudeste.

Desse modo os bairros setentrionais distinguem-se por serem os mais remotos, berço da fundação e ocupação da cidade. Os bairros meridionais individualizam-se por serem predominantemente constituídos de conjuntos

MAPA 02 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SESSENTA E QUATRO BAIRROS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA



MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB). João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco

habitacionais e de ocupação e expansão urbana recente. Os orientais são os da orla marítima e também foram ocupados recentemente e rapidamente no processo denominado de litoralização. No trecho leste, encontram-se os bairros mais nobres do município. E, finalmente, os bairros ocidentais desfrutam de notoriedade em razão da ocupação preponderantemente antiga e decadente no aspecto sócio-econômico e ascendente na perspectiva cultural.

A identificação dos bairros e sua espacialização são muito oportunas. Os fatos aqui analisados, quando localizados espacialmente, podem ter nos bairros um referencial locacional, contribuindo, dessa forma, para uma melhor compreensão dos referidos eventos e sua precisão espacial.

O município de João Pessoa é a capital do estado da Paraíba. Além desse destaque político-administrativo, o município é o mais populoso do Estado. Segundo as estimativas de população para os municípios brasileiros, com data de referência em 1º de julho de 2009, João Pessoa possui 702.235 habitantes.

## 2 ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS EM JOÃO PESSOA

### 2.1 SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS E BIOLÓGICOS

#### 2.1.1 Climatologia

As discussões do tempo e, precipuamente, do clima sempre despertaram grande interesse das sociedades, fundamentalmente as mais desenvolvidas tecnologicamente. Paradoxalmente, as comunidades que atingiram tal estágio de progresso são as que menos dependem das variações do tempo e das peculiaridades climáticas. O interesse humano deve-se, essencialmente, às íntimas relações que o clima mantém com as mais diversas atividades sócio-econômico-culturais.

O estudo do clima deve ser norteado em função dos objetivos, previamente estabelecidos. A apreciação dos fatores climáticos deve preceder o exame dos elementos climáticos, tendo em vista que estes têm seu comportamento condicionado por aqueles.

Nessa trajetória, para melhor discernir a realidade geológica e geomorfológica do município de João Pessoa, recomenda-se concentrar as atenções nos elementos climáticos mais representativos e nos fatores que os adequam. Portanto, as análises concentrar-se-ão basicamente na conduta de dois elementos climáticos, a saber: temperatura e, mormente, na precipitação.

Em virtude do seu significado geológico e geomorfológico, as precipitações serão tratadas com realce. Entretanto não haverá supressão dos fatos mais relevantes relacionados aos demais elementos climáticos.

Diante disso, abordar-se-á preliminarmente os níveis primários e secundários de sistemas de circulação atmosférica que atuam no clima local. Na sequência versa-se sobre os elementos climáticos, assim como, sobre os sistemas de circulação atmosférica terciários, sempre com ênfase nas precipitações. E,

concluindo, tem-se o enquadramento do município de João Pessoa nas principais tipologias climáticas.

A influência dos sistemas de circulação, de grandes primárias e secundárias, coloca-se como condição indispensável para o entendimento do panorama climático de qualquer região. O clima, contemplado sob esse ângulo, constitui o primeiro momento da explanação, consoante se exaltou no início deste item. A posição geográfica em relação, primordialmente, aos mais expressivos sistemas primários e secundários de circulação atmosférica determina, juntamente com os fatores climáticos, as mais marcantes características climáticas.

Os sistemas de circulação primário, secundário e igualmente o terciário que intervêm no litoral da Paraíba, são os mesmos que agem na área em apreço. Contudo, existem algumas sutilezas em termos de magnitude e frequência. Com exceção das citadas nuances, o comportamento dos sistemas de circulação aplica-se indistintamente a quaisquer áreas do litoral da Paraíba.

Nesse sentido, as circulações atmosféricas primárias, ou seja, a circulação geral da atmosfera, na superfície demarcada para essa focalização, sofre forte influência dos ventos alísios de leste e, sobretudo, de sudeste. Os alísios são ventos que divergentes do anticiclone Tropical do Atlântico Sul, local de proveniência da massa Equatorial atlântica (mEa). Esses ventos convergem para a faixa de baixa pressão equatorial, formando a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT.

Em seu deslocamento, os alísios de leste e notadamente de sudeste alcançam o litoral da Paraíba promovendo a moderação das temperaturas, tornando-as amenas. Dessa maneira, as altas temperaturas registradas em outras localidades com latitudes semelhantes às da área em questão não são aqui auferidas, devido ao papel abrandecedor dos alísios. As brisas marítimas, que fazem parte dos sistemas de circulação atmosférica terciária, e a nebulosidade mitigam as altas temperaturas das baixas latitudes. As brisas serão abordadas, com maior profundidade, mais

adiante.

Os alísios manifestam-se em todo o leste da Paraíba e, por extensão, em todo o leste do Nordeste, atuando, desse modo, em toda a área objeto desta pesquisa. Esses ventos apresentam inversão térmica, conhecida como inversão dos alísios, quando a temperatura do ar aumenta com a altitude. Sobre a causa da inversão dos alísios, Varejão-Silva (2001, p. 341) faz a seguinte referência

é atribuída ao movimento subsidente do ar associado aos centros anticlônicos semipermanentes e constitui um bloqueio ao desenvolvimento de nuvens cumuliformes, daí a elevada freqüência de cúmulos de bom tempo (de pequena espessura) na zona dos alísios. Para que ocorram cúmulos e cumulonimbus bem desenvolvidos **são necessárias fortes condições de instabilidades** [sem grifo no original], capazes de destruir essa camada de inversão.

“Esta inversão divide os alísios em duas camadas: a inferior, fresca e úmida, e a superior quente e seca. Quanto mais baixa esta inversão, mais estável é o tempo” (NIMER, 1989, p. 317). A inversão (base da camada de inversão) nas latitudes próximas aos 7° de latitude sul, no litoral nordestino, situa-se a cerca de 1.500 m do nível do mar. E é exatamente nessa latitude que se encontra o município de João Pessoa (7°03'21" a 7°14'50" de latitude sul). Apesar dessa inversão acontecer em altitudes elevadas, consegue estabilizar parcialmente o tempo. Essa estabilidade, só é interrompida com a chegada das perturbações.

“Inseridos dentro da circulação geral estão os sistemas circulatórios secundários, tais como as depressões e os anticiclones das latitudes médias e as várias perturbações tropicais.” (AYOADE, 2010, p. 73). Os sistemas de correntes perturbadas postas em ação na unidade areal em tela são: sistema de correntes perturbadas de Leste (ondas de leste), sistema de correntes perturbadas de Oeste (linhas de instabilidades tropicais), sistema de correntes perturbadas de Norte (convergência intertropical) e sistema de correntes perturbadas de Sul (frentes polares). Portanto, neste caso específico de estudo, a posição geográfica (7°03'21" a

7°14'50" de latitude sul e 34°58'25" a 34°47'38" de longitude oeste) é responsável pela abundância de sistemas de circulações perturbadas.

Todas as correntes acima atingem o município de João Pessoa com maior ou menor frequência e intensidade em determinadas épocas do ano. Isto posto, torna-se recomendável explicitar a duração das estações do ano (quadro 01). O movimento de translação da Terra traz como resultado as estações do ano, caracterizadas por condições atmosféricas peculiares, inclusive, quanto às correntes perturbadas.

QUADRO 01 - DURAÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO NO HEMISFÉRIO MERIDIONAL

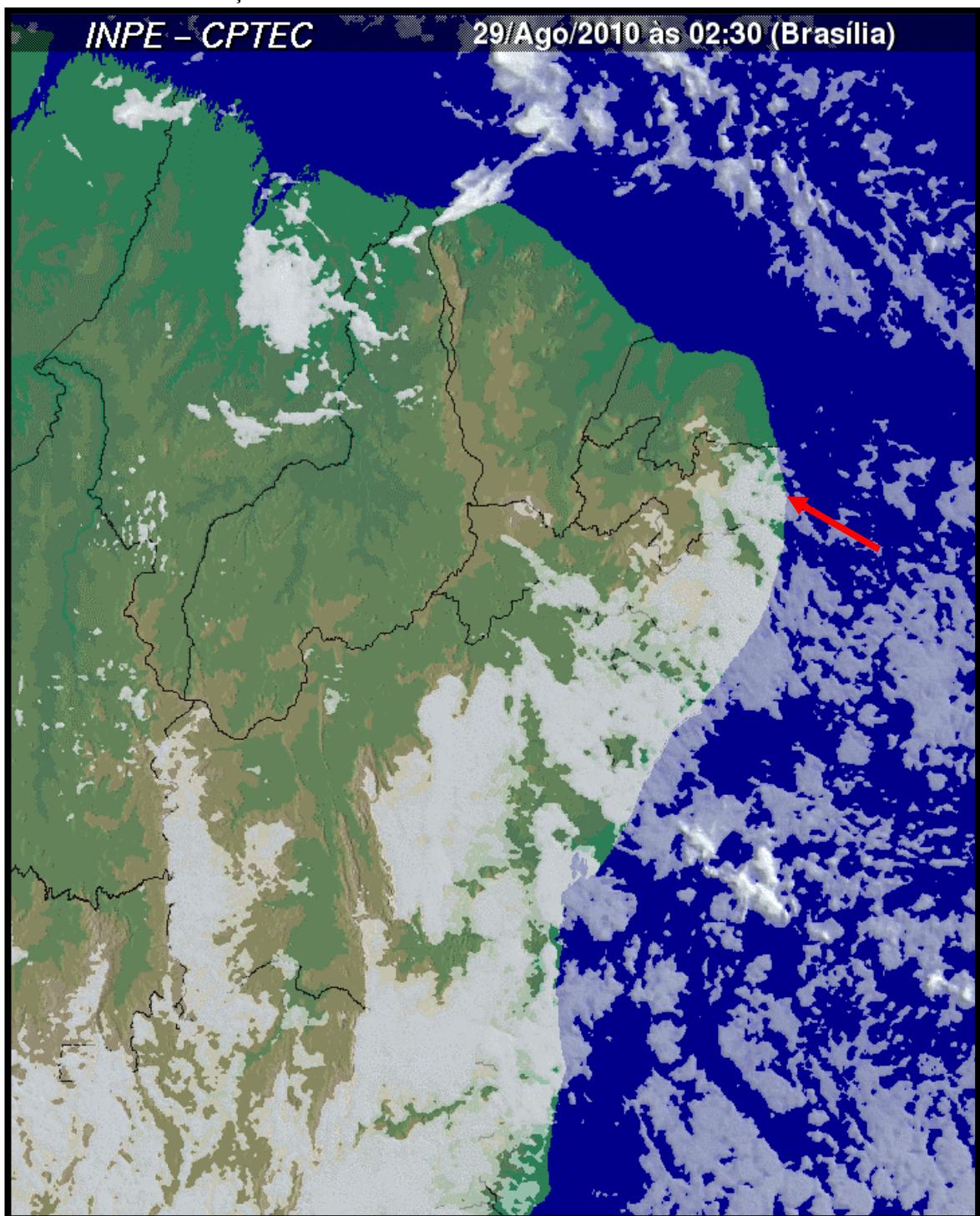
INÍCIO E TÉRMINO DAS ESTAÇÕES DO ANO NO HEMISFÉRIO SUL	
ESTAÇÕES	DURAÇÃO DAS ESTAÇÕES
Verão	21 de dezembro a 20 de março
Outono	21 de março a 20 de junho
Inverno	21 de junho a 22 de setembro
Primavera	23 de setembro a 20 de dezembro

FONTE: MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Condições termo-pluviométricas do município de João Pessoa. João Pessoa, 1985, f. 19.

As correntes perturbadas de Leste são típicas de regiões tropicais e como o próprio nome sugere segue seu itinerário de leste para oeste. No litoral oriental do Nordeste as ondas de leste são “mais freqüentes no inverno e secundariamente no outono, enquanto que na primavera-verão são menos freqüentes” (NIMER, 1989, p. 318). Sobre a conduta dessas no litoral oriental do Nordeste (figura 05), Vianello e Alves (2002, p. 332) esclarecem que a referida região

é dominada pela massa tropical marítima e pelo Anticiclone do Atlântico Sul, que provoca subsidênci a e a conseqüente inversão dos alísios, essas ondas se desenvolvem e se deslocam sob tais condições. Entretanto, à proporção que a baixa avança, promove-se

FIGURA 05 - ATUAÇÃO DAS CORRENTES PERTURBADAS DE LESTE - 29 AGO 2010



FONTE: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/>.

NOTA: Oriundas do Atlântico Sul, as correntes perturbadas de Leste trazem para o litoral oriental do Nordeste do Brasil umidade e, consequentemente, nebulosidade e pluviosidade. No inverno a magnitude e a frequência dessas correntes perturbadas são mais evidentes. Observar a grande nebulosidade sobre o leste da Paraíba, o que torna o tempo instável.

a subida da inversão dos alísios. O ar úmido é injetado pela circulação anticiclônica e a zona de convergência, associada ao cavado, provoca a ascensão desse ar, favorecendo a formação de nuvens de grande extensão vertical. Imediatamente após a passagem da onda, o nível de inversão dos alísios volta a abaixar.

As correntes perturbadas de Oeste quase sempre estão associadas às ondulações frontais e que em virtude da aparência alongada que exibem são denominadas de linhas de instabilidades tropicais. Na hinterlândia do Brasil “sua origem parece estar ligada ao movimento ondulatório que se verifica na frente polar atlântica (FPA) ao contacto com o ar quente da zona tropical” (NIMER, 1989, p. 318). No litoral oriental do Nordeste, sua gênese é distinta, pois, quase sempre, são “formadas sobre o próprio litoral” (NIMER, 1989, p. 319).

Por seu turno, as correntes perturbadas de Norte são representadas pelas mudanças sucessivas de local da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, que é advinda do encontro dos alísios de nordeste, vindos do Hemisfério Norte, com os alísios de sudeste, provindos do Hemisfério Sul. A ZCIT ocupa praticamente a mesma situação geográfica do equador térmico. É igualmente denominada de Baixa Equatorial, e por apresentar calmaria atmosférica, é ainda conhecida por zona de calmarias ou *doldrums*. No entanto, a presença desta calmaria atmosférica não é consensual entre os técnicos. Nesse sentido, “em alguns casos, a zona dos ventos calmos não existe; assim, o termo doldrums não deve ser generalizado a toda zona [ZCIT] [...]. Alguns especialistas não usam mais o termo doldrums; outros limitam a extensão dele.” (FONZAR, 1994, p. 21).

Notável particularidade da ZCIT é a sazonal mobilidade entre os Hemisférios Norte e Sul.

Essa migração ocorre em até 15 graus ou mais de latitude, com relação ao Equador, ora deslocando-se para o norte, ora para o sul. Em geral atinge sua posição média, mais ao norte, em torno de 10° N, em setembro e, mais ao sul, em torno de 5° S, em março. (VIANELLO; ALVES, 2002, p. 255).

Seus deslocamentos meridionais mais importantes se dão no verão-outono [...]. Na Região Nordeste ela se faz sentir de modo importante a partir de meados do verão e atinge sua maior freqüência no outono (março-abril) (NIMER, 1989, p. 317).

O sistema de correntes perturbadas do Sul, por sua vez, é composto pelas frentes polares procedentes da Antártica. Sua atuação, bastante dissimulada, na área em apreço, limita-se ao outono e inverno, acarretando diminuição da temperatura e um incremento nos índices pluviométricos. Sobre a conduta das correntes perturbadas do Sul, particularmente no inverno, NIMER (1979, p. 15) assevera que

o *anticiclone polar*, por ser geralmente mais poderoso, consegue freqüentemente levar a *frente fria* até as latitudes de Pernambuco e Paraíba, mesmo assim, ao longo do litoral, e raramente a estender-se ao interior. Com a chegada da *frete*, o céu fica completamente encoberto por *cumulus* e *cumulonimbus*, acompanhados de trovoadas, ventos fracos e moderados (5 a 10 nós, geralmente) e chuvas. Com a passagem da *frete polar*, sob a ação direta de *anticiclone polar* a pressão sobe, a temperatura cai com vento fresco que passa a soprar de S a SE, e a chuva frontal termina, logo substituída por leve chuvisco e nevoeiro (situação pós-frontal). Com a continuidade do avanço da *massa polar*, turbulência se reduz e o céu torna-se limpo. Conseqüentemente a radiação noturna faz registrar as referidas mínimas diárias mais baixas, porém, comumente, não descem abaixo de 14°C. Tais mínimas, contudo, não se registram por mais de dois dias consecutivos, geralmente: o forte aquecimento solar leva a *massa polar* a ser rapidamente absorvida pelo *anticiclone tropical*, retornando os ventos de SE a E (alíseos) com inversão térmica superior, estabilidade, tempo ensolarado e aumento geral de temperatura.

Preliminarmente em relação à apreciação do comportamento dos elementos climáticos no município de João Pessoa é oportuno esclarecer certos fatos acerca dos dados utilizados. Nessa trajetória, os valores mencionados são oriundos da Estação Climatológica de João Pessoa (figura 06). Essa estação opera desde 1912 quando de sua instalação pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS e pertencente, atualmente, ao 3º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Este posto pluviométrico é identificado pelo número 3940225 no Banco de Dados Hidroclimatológicos do Nordeste, cujo código nacional é 00734003 (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE, 1990, p. 235).

Hodiernamente esta estação é individualizada pelo número 82798.

FIGURA 06 - PRINCIPAL ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE JOÃO PESSOA - 21 AGO 2006



FONTE: O autor.

NOTA: A Estação Climatológica de João Pessoa é uma estação meteorológica convencional operada atualmente pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Essa estação comensura os parâmetros climatológicos e meteorológicos de maior ressalto requeridos em diversos tipos de análises ambientais, inclusive nas discussões geomorfológicas.

A maioria dos dados climáticos de João Pessoa, expostos por Nimer (1979) e Lima e Heckendorff (1985) foram obtidos, provavelmente, na Estação Climatológica de João Pessoa. Apesar disso, as informações relacionadas à aludida estação, no tocante às coordenadas geográficas e a altitude, apresentam significativas distorções.

Isto posto, os comentários sobre o comportamento dos elementos climáticos serão iniciados com a insolação. Nesse sentido, a forte insolação em João Pessoa é condicionada pelas baixas latitudes, sempre inferiores a 7° 03' de latitude sul. Fundamentado no texto de Lima e Heckendorff (1985, p. 36), os índices de

radiações solares oscilam, mais ou menos, de 2.950 horas por ano, na porção oeste, até 3.000 horas por ano, na porção leste, da área em estudo. Na Estação Climatológica de João Pessoa, segundo Lima e Heckendorff (1985, p. 36), a insolação é de 2.995 horas/ano. Índices maiores não são constatados em virtude da considerável nebulosidade da região, que dificulta a penetração da insolação.

As temperaturas têm seu comportamento estabelecido, em grande escala, pela insolação. Por isso, a expressiva insolação incidente na unidade espacial em foco, suscita as altas temperaturas.

Para aplicação em pesquisas climatológicas, adota-se desde 1938, no Brasil, a temperatura compensada em detrimento da temperatura média diária, que apesar da temperatura média diária ser bastante empregada na Meteorologia e na Agrometeorologia não tem relevância na Climatologia. Por conseguinte, as temperaturas médias mensais e anuais, aqui reveladas foram obtidas através das temperaturas compensadas.

Alicerçado em Nimer (1979, p. 16), mais especificamente no cartograma intitulado Temperaturas Média Anual, a média térmica anual gira em torno de 25,5°C. Os cálculos divulgados por Lima e Heckendorff (1985, p. 36) indicam uma média térmica anual de 25,6°C. Assim sendo, essa desprezível diferença deve-se, conforme se afirmou anteriormente, provavelmente, à coincidência da fonte - mesma estação meteorológica -, entretanto, com algumas nuances em relação ao período examinado.

Levando em conta os valores das temperaturas médias mensais de João Pessoa, conclui-se que as amplitudes térmicas anuais são bem reduzidas. Tal fato justifica-se devido ao papel amenizador do oceano, da baixa latitude e das pequenas amplitudes altimétricas. O oceano “atua como regulador da temperatura do ar, tendendo a suavizar as flutuações e, portanto, reduzindo a sua amplitude anual.” (VAREJÃO-SILVA, 2001, p. 86). “Nuances de temperaturas dentro dos limites

geográficos em estudo, sempre inferiores a 1ºC, só podem ser identificadas ao nível de micro-climas.” (MARINHO, 2002, f. 26).

As altas temperaturas provocam intensa evaporação, desde que, evidentemente, haja disponibilidade de água. A evaporação é responsável pela umidade relativa do ar. Em razão do município de João Pessoa ter altas temperaturas, e haver abundância de águas, a umidade relativa do ar assinala médias mensais sempre iguais ou superiores a 80%. Umidade relativa do ar, neste patamar, resulta em expressiva nebulosidade. Essa é de 5,8/10 do céu, com fulcro em Lima e Heckendorff (1985, p. 36).

O município de João Pessoa é relativamente bem servido de postos pluviométricos. Além da já referida Estação Climatológica de João Pessoa, dados pluviométricos podem ser obtidos junto ao Laboratório de Energia Solar - LES da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, subordinado diretamente ao Gabinete do Reitor. Além destes, tem-se os postos de Marés e Mangabeira. Ambos são monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, criada pela Lei nº 7.779 de 07 de julho de 2005.

Os registros provenientes da Estação Climatológica de João Pessoa foram eleitos para subsidiar as explicações realizadas e serão igualmente utilizados para fundamentar as explanações subsequentes. Tal escolha justifica-se não só pela diversidade de mensurações como, principalmente, pela longa sequência de observações climatológicas.

Se por um lado a Estação Climatológica de João Pessoa apresenta esses aspectos favoráveis, por outro lado, sua localização geográfica a 07º 07' de latitude sul e 34º 53' de longitude oeste (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE, 1990, p. 12) é um fator negativo. Nessa perspectiva, assenta-se na parte norte do município, sob a planície costeira, o que a torna menos representativa, do ponto de vista climático, se

comparada com o LES da UFPB, que se encontra no trecho central do município de João Pessoa, sob os Baixos Planaltos Costeiros.

De acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1990, p. 237), no município de João Pessoa, a média de precipitação no período de 1910 a 1985 foi de 1.764,2 mm anuais, sendo que, 48,07% (848,1 mm) concentrados no trimestre abril/maio/junho. Evidencia-se, dessa maneira, não só o máximo porcentual de contribuição de 3 (três) meses consecutivos - MPC, como do mesmo modo a concentração de chuvas no outono.

Sobre a distribuição das chuvas no litoral oriental do Nordeste pode-se afirmar que

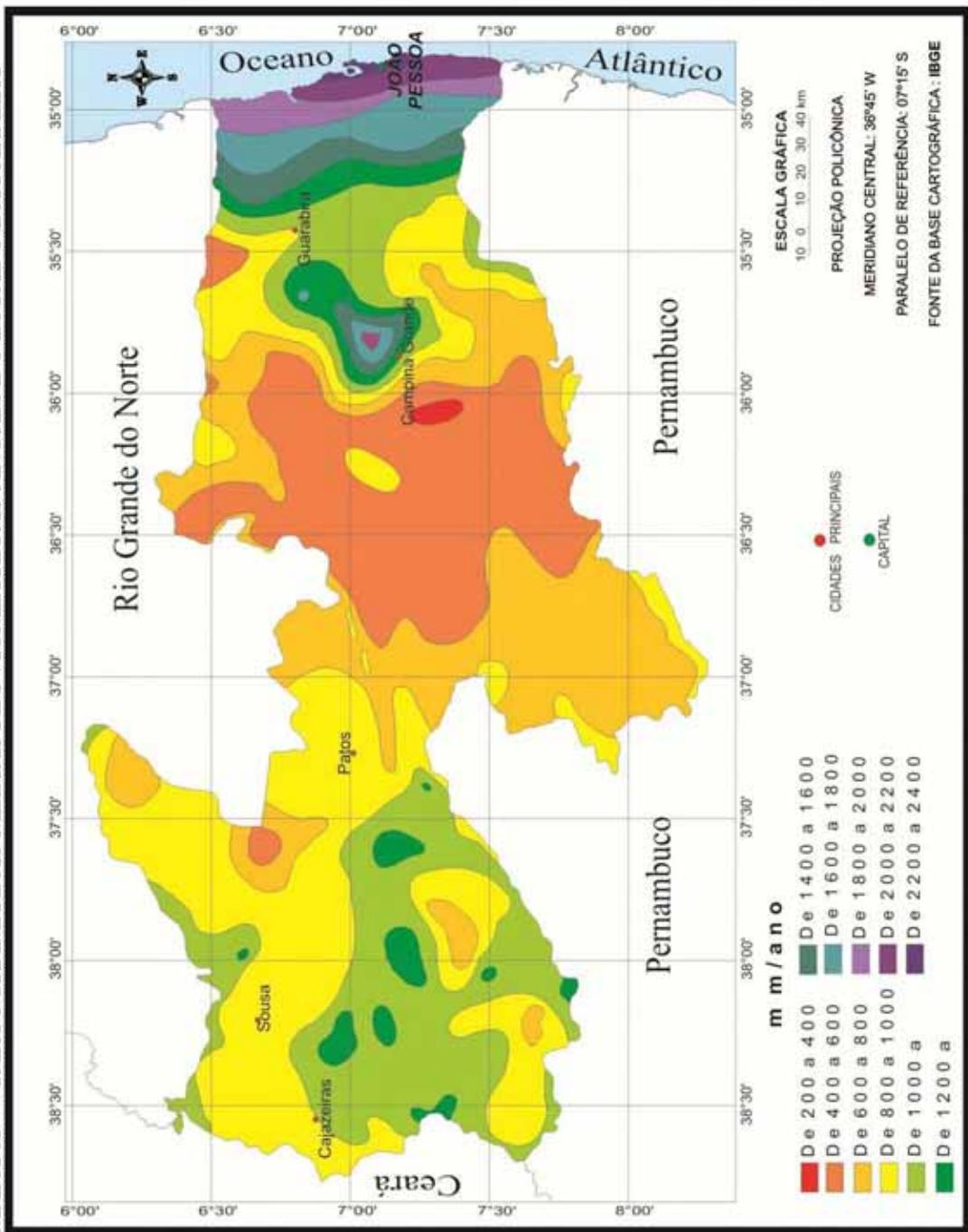
o máximo pluviométrico se dá no outono (mais freqüente) ou inverno, e o mínimo na primavera ou verão (...) significa que o máximo pertence à época do ano em que os dias são mais curtos que as noites, e o mínimo pertence à época em que os dias são mais longos que as noites. Portanto, trata-se de um regime estacional típico das regiões de clima mediterrâneo. (NIMER, 1989, p. 336).

Face ao exposto, o regime estacional mediterrâneo possui o máximo de precipitação no outono ou inverno e logicamente o mínimo na primavera ou verão.

A pluviosidade média anual do município de João Pessoa é na ordem de 2000 a 2400 mm, conforme cartograma II/9 (mapa 03) da lavra de Lima e Heckendorff (1985, p. 37). No entanto, ao analisar essas isolinhas, Marinho (2002, f. 27 a 30) conclui que as discorridas formulações de Lima e Heckendorff (1985, p. 37) constituem exageros e, consequentemente, não reflete com fidelidade a realidade das precipitações no litoral paraibano e neste particular de João Pessoa.

Determinadas informações referentes a alguns elementos climáticos exigem, para sua obtenção, instrumentos pouco sofisticados e de fácil leitura. Entre eles, a temperatura e, mormente, a pluviosidade merecem destaque. Todavia, em que pese a simplicidade de obtenção dos dados, a consulta a eles, quando existentes, é difícil e quando possível, quase sempre é bastante burocrática.

MAPA 03 - CARTOGRAFIA DAS MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS ANUAIS DO ESTADO DA PARAÍBA



Na mesorregião geográfica da Mata Paraibana, a dificuldade de acesso aos registros climáticos em determinadas situações e a ausência deles em outras, dificulta uma melhor compreensão de suas das peculiaridades climáticas. Essa realidade contempla, inclusive, a pluviosidade.

Nessa perspectiva, o comportamento das isoietas na escala adotada nesta pesquisa não é tão preciso, em virtude, outrossim, dos parcos trabalhos disponíveis. Em escalas menores, 1:500.000 por exemplo, os mapas pluviométricos do litoral paraibano exibem isoietas cuja distribuição tende a conservar certo paralelismo. Essa disposição inclina-se a acompanhar as curvaturas de maior grandeza da linha de costa. Além do referido paralelismo, as isoietas, no litoral paraibano, “organizam-se numa sucessão, tão próximas entre si que demonstram o caráter extremamente brusco do progressivo declínio de precipitação no sentido leste-oeste” (NIMER, 1979, p. 20). Estes fatos podem ser melhor visualizados no cartograma II/9 (mapa 03) de Lima e Heckendorff (1985, p. 37) e na carta 16 da Universidade Federal da Paraíba (1987, não paginado).

Se, por um lado, as precipitações no litoral paraibano apresentam um brusco e crescente declínio na proporção em que se deslocam de leste para o oeste, por outro lado, a conduta das precipitações, rumo sul-norte, exige uma análise mais aprofundada, apesar da tendência de escassear de sul para norte. Não obstante, que dados pluviométricos específicos sejam, parcialmente, contrários a esta propensão. Esta vocação é sutil e, por isso, menos óbvia, se confrontada à redução das precipitações de leste para oeste.

O exame não só do arranjo espacial das isoietas, conforme dissertado de antemão, como igualmente das comensurações pluviométricas, com séries temporais diferenciadas, possibilita algumas deduções. Nessa trajetória, o posto de Alhandra (Número: 3940819 - Código Nacional: 00734008), posicionado na microrregião Litoral Sul, de coordenadas geográficas 07° 26' de latitude sul e 35°

03' de longitude oeste e 49 metros de altitude revelou, segundo a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1990, p. 239) no período de 1934 a 1985, média pluviométrica anual de 1.691,9 mm. Santa Rita (Número: 3940206 - Código Nacional: 00734001), localizado na microrregião João Pessoa, cujas coordenadas são 07° 08' de latitude sul e 34° 59' de longitude oeste e 16 metros de altitude assinalou, de acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1990, p. 234) no período de 1910 a 1985, média pluviométrica anual de 1.480,7 mm. Esses valores corroboram com a tendência, ventilada anteriormente, de atenuação das precipitações sul para norte, o que não acontece em relação à redução de leste para oeste.

Se a essas informações forem adicionadas as referentes a Mataraca, haverá uma nova situação em termos de tendência. O posto de Mataraca, (Número: 3839291 - Código Nacional: 00635045), insere-se na microrregião Litoral Norte e assenta-se a 35 metros do nível do mar. Suas coordenadas geográficas são: 06° 36' de latitude sul e 35° 03' de longitude oeste. No período de 1962 a 1985 a média pluviométrica anual foi de 1.742,6 mm (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE, 1990, p. 91).

Comparando os dados de Alhandra com os de Mataraca, já que ambos possuem a mesma longitude - que não é um fator climático - e praticamente a mesma cota hipsométrica, percebe-se que os dados vão incisivamente de encontro à tendência de diminuição das precipitações sul para norte. Evidentemente, que outros fatores interferem, sejam eles fatores climáticos ou não. Entre as possíveis causas de Mataraca auferir uma média pluviométrica anual de 50,7 mm, portanto, superior a de Alhandra, está em sua maior proximidade da linha de costa.

Estas perquirições apenas comprovam o que foi afirmado previamente. Ou seja, o conspícuo declínio das precipitações de leste para oeste e também, o menos perceptível declínio de sul para norte, em termos de litoral paraibano. Assim sendo,

o município de João Pessoa não constitui exceção, pois aqui esse quadro aplica-se em sua íntegra.

Com fulcro nestes pressupostos, pode-se atestar que no município de João Pessoa as médias pluviométricas anuais são modestamente superiores a 1.600 mm no extremo oeste de seu território, limite com o município de Santa Rita. Em direção leste os índices crescem continuamente até alcançar cerca de 1.800 mm no quadrante sudeste.

Os comentários a seguir foram fundamentados, em sua quase totalidade, em Marinho (2002, f. 30-35). Parcelas destas considerações estão relacionadas com leis universais e foram utilizadas para esclarecer, notadamente, os sistemas de circulação terciários.

Nessa perspectiva, e em virtude da presença do Oceano Atlântico (leste), as terras emersas (partes externas sólidas ou continentais da Terra) do município de João Pessoa apresentam qualidades físicas diferentes das terras imersas (partes externas líquidas ou hídricas da Terra). O comportamento térmico dessas superfícies é distinto. Nesse sentido, consoante Ayoade (2010, p. 53), os corpos hídricos absolvem, em média, cinco vezes mais calor para aumentar sua temperatura em quantidade semelhante ao aumento das faces continentais. Essa peculiaridade é bastante para acarretar aquecimento e resfriamento singularizado entre as mencionadas regiões.

As superfícies mais aquecidas resultam em lugares de menor pressão atmosférica, para onde o ar converge horizontalmente e diverge verticalmente. Por seu turno, as superfícies menos aquecidas estabelecem lugares de maior pressão atmosférica, para onde o ar diverge horizontalmente e converge verticalmente. Logo, as discrepâncias de temperaturas são suficientes para ocasionar deslocamentos de ar, de velocidade e periodicidade variadas. Entre esses ventos, sobressaem as brisas, típicas de ambientes costeiros.

O movimento de rotação da Terra acarreta a sucessão das porções iluminadas (dias) e não iluminadas (noites) deste planeta, o que condiciona aquecimento da superfície terrestre durante o dia e esfriamento durante a noite. Nessa acepção, conforme visto antecipadamente, as propriedades térmicas das superfícies são distintas. O retardo no aquecimento e esfriamento das massas líquidas em relação às massas continentais acarreta as brisas, cuja periodicidade é determinada pela rotação terrestre, ou seja, diariamente.

Durante o dia o ar transita do oceano para o continente e a noite, do continente para o oceano. Os primeiros são denominados de brisas marinhas, enquanto os segundos, de brisas terrestres. A brisa marinha é, quase sempre, mais vigorosa que a brisa terrestre, sendo que, aquelas (marinha) “raramente traz chuvas, porém traz agradável alívio ao calor intenso que durante o dia castiga áreas tropicais” (AYOADE, 2010, p. 92-95). Entretanto, para alguns autores a ação das brisas não é tão facilmente verificada em áreas tropicais. Nessa óptica,

as brisas terrestre e marítima nem sempre são percebidas. No Nordeste [oriental] do Brasil, por exemplo, onde os ventos alísios são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas apenas contribuem para mudar um pouco a direção e a velocidade daqueles. (VAREJÃO-SILVA, 2001, p. 354).

O fato é que as brisas, terrestres e marítimas, são bem conhecidas pelos antigos habitantes do litoral pessoense, mormente os pescadores. Nos dias atuais, os habitantes dos bairros litorâneos - Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, por exemplo. -, são os maiores beneficiados pelos resultados amenizadores do calor provocados pelas brisas marinhas, assim como, pelos alísios.

O comportamento dos elementos climáticos é comandado pela ação conjunta dos fatores climáticos. Na região em tela, o fator climático de maior envergadura é a latitude, seguido, provavelmente da maritimidade. Todavia, a análise dos elementos climáticos, por si só, não consegue explicar satisfatoriamente,

as individualidades climáticas de uma região. Em especial, quando o propósito é reconhecer o modo de se portar dos elementos climáticos, não só em termos medianos, mas principalmente em termos de magnitude e frequência.

O destaque dado a magnitude e a frequência dos elementos climáticos devem-se aos objetivos aqui traçados. As *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*, podem ser melhor compreendidas quando se analisam, amparados nesses pressupostos, a conduta dos elementos climáticos, essencialmente, os de maior notabilidade geológica e geomorfológica.

Apesar de Christofoletti (1980, p. 34) afirmar que “não há nenhuma razão para que os parâmetros utilizados pelos climatólogos tenham significação geomorfológica”, sabe-se que a colocação é parcialmente verdadeira. Por esse motivo, procurar-se-á adotar os parâmetros de maior importância geológica e geomorfológica. Consequentemente, os estudos dos diversos níveis hierárquicos de sistemas de circulação atmosférica, sejam eles: primários, secundários ou terciários, tornam-se preliminares e imperativos.

O panorama climático, ora exposto, possibilita enquadrar a área em investigação, frente às mais expressivas classificações climáticas. Evidentemente aquelas de maior relevância no âmbito das geociências. Nesse sentido, alguns sistemas de classificação foram submetidos à apreciação. Esses sistemas, por sua vez, podem ser agrupados, com sustentáculo em Ayoade (2010, p. 226), em duas categorias: empírica ou genética. Para esse cientista, as pesquisas empíricas estão apoiadas nos próprios elementos climáticos observados ou em seus efeitos junto a outros fenômenos, enquanto que as focalizações genéticas estão alicerçadas nos controles climáticos.

Contudo, Vianello e Alves (2002, p. 384) identificam uma terceira perspectiva que é a aplicada. Esse enfoque

procura classificar os climas para auxiliar na solução de problemas específicos que envolvem um ou mais fatores climáticos [...]. Um bom exemplo é a procura de relações sistemáticas entre elementos do clima e a distribuição mundial da vegetação. (VIANELLO; ALVES, 2002, p. 384).

Em que pese as contradições apresentadas pelos referidos profissionais quanto às classes de abordagens (qualitativamente e quantitativamente) e suas respectivas exemplificações elegeu-se, para as discussões que se sucedem, três classificações. A primeira, pertencente à categoria empírica; a segunda, à genética e finalmente a terceira, concernente à categoria aplicada.

O enquadramento acima exarado não é consensual e por isso são passíveis de inúmeras críticas. Apesar disso, um maior aprofundamento dessa questão além de distanciar-se do tema proposto, colaborará insuficientemente para que os desígnios traçados (ver seção 1.2 - Objetivos Gerais e Específicos) sejam satisfatoriamente alcançados. Por conseguinte, as considerações a seguir são resumidas e limitadas aquilo que se julga imprescindível à caracterização climática da área objeto desta tese, sob o enfoque empírico, o genético e o aplicado.

Nessa trajetória, a interpretação empírica é exemplificada pela classificação da lavra de Wladimir Köppen. Entretanto, certos autores a enquadram como Bioclimática e, portanto, integrada à categoria aplicada, segundo Vianello e Alves (2002, p. 364). A concepção genética é exemplificada pela proposta por Arthur Strahler. E, por último, o tratamento aplicado, conforme relatado por Vianello e Alves (2002, p. 364), é aqui representado pela classificação proposta por Henri Gaussen e Francois Bagnouls.

Apesar dessas classificações conservarem suas essências, vivenciaram ao longo de sua história, múltiplas modificações no tempo e no espaço. Inclusive só foi possível empregar algumas delas no Brasil, adaptando-as. Justamente por esses fatos, associado à grande popularização destas classificações na comunidade

científica, não houve a consulta direta das obras nas quais Wladimir Peter Köppen (1846-1940), Arthur Newell Strahler (1918-2002) e Henri Marcel Gausson (1891-1981) e François Bagnouls (18-?-19-?) publicaram suas respectivas classificações. Desse modo, os alegados trabalhos não foram objeto, nem de citações, nem de referências.

Com base nos pressupostos contidos na classificação de Wladimir Köppen, no município de João Pessoa e regiões confinantes o clima é do tipo As'. Essa classe climática tipifica-se por exibir clima quente e úmido, com precipitações frequentes no outono e inverno.

Em relação à classificação de Arthur Strahler, o clima da região é controlado por massas de ar equatoriais e tropicais, sendo do tipo litorâneo úmido, sujeito, particularmente, à persistência das massas de ar tropicais marítimas. Entre as quais se ressalta a massa Tropical Atlântica - mTa, a massa Polar Atlântica - mPa e a massa Equatorial Atlântica - mEa. Sendo que a primeira, quente e úmida, é a que age com maior constância.

No tocante à classificação de Henri Gausson e Francois Bagnouls, a área em questão possui clima mediterrâneo, simbolizado pelo número 3 (três).

Este tipo de clima foi denominado de nordestino por sua existência restrita em áreas do NE do Brasil, bem como pelo fato de ser um clima mediterrâneo *sui gêneris* em que a temperatura do mês frio é **superior** [sem grifo no original] a 15°C. No clima mediterrâneo estudado por Gausson a temperatura do mês frio é sempre **inferior** [sem grifo no original] a 15°C. (GALVÃO, 1967, p. 9).

Os climas mediterrâneos do Brasil são do tipo quente (Th) e comportam 4 (quatro) subdivisões, denotados pelas letras: a, b, c e d. Nessa linha de raciocínio, João Pessoa encontra-se sob a égide da região bioclimática 3dTh, ou seja, mediterrâneo quente e subseco, com índice xerotérmico oscilando entre 0 e 40 e com um ou dois meses de estação seca.

## 2.1.2 Hidrografia

### 2.1.2.1 Introdução

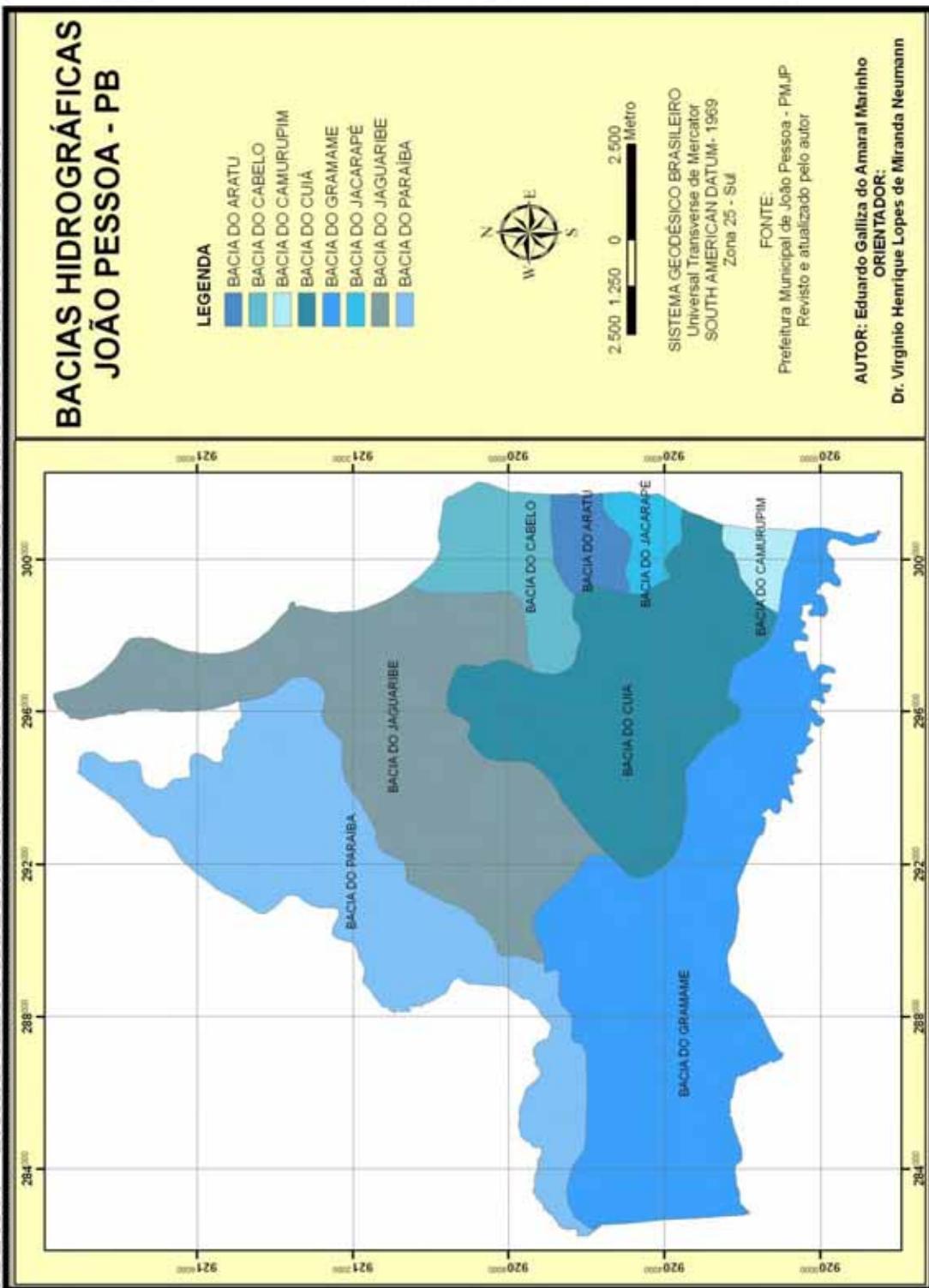
O diagnóstico hidrográfico avalia diversos aspectos, podendo contemplar não só a hidrografia continental como também a marinha ou oceânica. A hidrografia continental, por sua vez, subdivide-se em hidrografia superficial e hidrografia subterrânea. Partindo deste pressuposto, as considerações à seguir limitar-se-ão à hidrografia superficial.

Em uma tentativa de simplificar a compreensão da hidrografia superficial do município de João Pessoa, pode-se afirmar que o aludido município é drenado basicamente por três principais bacias hidrográficas de grandeza espacial bastante dissímil. Essas bacias hidrográficas, no sentido sul-norte são: Gramame, Jaguaribe e Paraíba. Além delas, ocorrem mais algumas outras de menor porte, a exemplo das bacias hidrográficas do Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu e Cabelo. Esta aparente simplicidade é desfeita na medida em que se aprofunda na elucidação hidrográfica da área em foco (mapa 04).

Apesar de o município de João Pessoa se encravar em áreas drenadas parcialmente pelo médio e pelo baixo curso do rio Gramame e pelo baixo rio Paraíba, faz-se necessário distinguir os cursos de água natural em apreço. Preferencialmente, em toda a sua extensão. Essa conduta metodológica justifica-se por causa das individualidades presentes ao longo das respectivas bacias hidrográficas, que se manifestam direta e indiretamente em seus correspondentes baixos cursos.

Neste contexto, singularidades climáticas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, fitogeográficas, sócio-econômico-culturais, entre outras, do médio e alto curso dos rios, repercutem direta ou indiretamente em seu baixo curso. Os

MAPA 04 - BACIAS HIDROGRÁFICAS INTRA E INTERMUNICIPAIS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA



baixos cursos dos rios se constituem em receptores das peculiaridades daqueles elementos. Por essa razão se faz oportuno, o estudo das características ambientais básicas não só em seu baixo curso, como identicamente, ao longo de toda a sua bacia hidrográfica.

Os dados constantes na literatura especializada, notadamente os referentes à área e a localização geográfica, são ainda extremamente díspares. No tocante à Bacia do Gramame e a Bacia do Paraíba as informações são relativamente abundantes, sendo igualmente desarmônicas entre si, ou ainda, imprecisas.

Exemplificam as asseverações supraditas, particularmente no tocante à Bacia do Gramame, a seguinte declaração: "[...] Rio Gramame, localizado na praia Barra de Gramame, **município do Conde**, [sem grifo no original] possui uma área de aproximadamente 4,1 Km<sup>2</sup> [área estuarina] [...]" (PARAÍBA, 1986, p. 158). Em prol de um maior rigor científico, fundamentalmente em termos de espaço, sabe-se que o divisor natural dos municípios do Conde e de João Pessoa é o rio Gramame e que por tal razão, esse não pode situar-se em apenas um dos municípios. E, como a praia Barra de Gramame se estende desde o extremo setentrional do município do Conde até o extremo meridional do município de João Pessoa não se deve dizer que o rio e a praia em epígrafe assentam-se em apenas um dos municípios, e sim em ambos.

Em descompasso com a realidade admite-se que “o rio Paraíba está posicionado dentro da bacia, de maneira assimétrica, mais para o sul, de forma tal que, à exceção do rio Gramame, não existe afluentes significativos na margem direita.” (PROJETO RADAMBRASIL, 1981, p. 262). O rio Gramame não é tributário do Paraíba, pois tem seu exutório direto no Oceano Atlântico, ao sul do exutório do rio Paraíba. As referidas desembocaduras distam, entre si, cerca de 30 km. A literatura geocientífica é rica em exemplos desta natureza.

Essas elucidações demonstram que se tornam patentes as discordâncias e

as imprecisões. Evidenciando, portanto, a gravidade deste fato, pois entrava o conhecimento ambiental básico e dificulta, desse modo, a exploração sustentável dos recursos naturais da área objeto de nossas observações. Diversos outros exemplos poderiam ilustrar a temática em pauta, no entanto, como este não é o objetivo precípua desta tese, prefere-se não dar continuidade ao assunto.

Entretanto, a intensificação das análises hidrográficas surge com uma nova perspectiva. E, deverão gerar produtos mais confiáveis e precisos, já que adotam técnicas altamente sofisticadas à exemplo do geoprocessamento. Os dados disponíveis em relação às bacias, anteriormente trazidas à baila, aumentaram, quantitativamente e qualitativamente, muito nos dois últimos lustros, notadamente com o advento da Lei Estadual Nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. O *caput* do artigo 4º deste diploma legal prevê que o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH é um dos três instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos. No ano posterior um novo instrumento legal, de âmbito nacional, trouxe a lume entre outras questões, a Política Nacional de Recursos Hídricos. A Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 deu sequência à imposição de pesquisas na área de recursos hídricos. Como corolário dessas e de outras imposições legais surge o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - PERH-PB.

#### 2.1.2.2 Bacia Hidrográfica do Gramame

A Bacia do Gramame fica entre as latitudes de 7º 10' 27" e 7º 24' 23" sul e as longitudes 34º 48' 12" e 35º 10' 46" oeste, totalizando uma área de 589,38 km<sup>2</sup> (PARAÍBA, 2005, p. 6). Os valores obtidos ao consultar as cartas digitalizadas e algumas imagens de satélites - vide as referências -, chegam a valores bem próximos. Todavia, valores díspares, mormente de coordenadas, podem ser

encontrados com facilidade na literatura especializada.

Nesse sentido, ao realizar a caracterização da área da bacia do rio Gramame, Quinino, Campos e Gadelha (2002, p. 54) asseveram que “localiza-se entre as latitudes 7° 11' e 7° 33' [sem grifo no original] Sul e as longitudes 34° 48' e 35° 10'”. Salta aos olhos que a latitude da extremidade meridional apresentada pelos citados autores foi equivocada. Nem mesmo a bacia do rio Abiaí que, com exceção da bacia do Paraíba, é a mais meridional das oito grandes bacias hidrográficas do litoral paraibano possui latitudes meridionais tão elevadas.

Ainda em relação à posição geográfica dessa bacia hidrográfica, Diniz, Campos, Quinino e Gadelha (2002, p. 70) após mencionarem as coordenadas geográficas advogam que “a bacia do rio Gramame está inserida na microrregião homogênea denominada Litorânea Sul Paraibana [sic]”. Sobre esta enunciação, algumas considerações revelam-se oportunas. Nessa trajetória, os tributários, de várias ordens hierárquicas, que demandam o rio Gramame drenam, parcialmente, o território dos sete municípios constantes do quadro 02.

Conforme consta no referido quadro, esses municípios pertencem a três microrregiões das quatro que compõem a mesorregião da Mata Paraibana. Diante do exposto, percebe-se que não há sustentabilidade científica afirmar que a bacia do rio Gramame está incluída na microrregião homogênea Litorânea Sul Paraibana.

Esta bacia é estratégica para a região metropolitana de João Pessoa. Sua importância deve-se sobretudo à barragem Gramame-Mamuaba, construída ao longo da década de 1980, no município do Conde. A barragem Gramame-Mamuaba coloca-se no limite entre o médio e o baixo curso do rio Gramame, a montante da confluência do Mamuaba. É na realidade, um sistema constituído por duas barragens, erguidas nos rios homônimos, e interligadas por um canal. Sua capacidade máxima, segundo PARAÍBA (2008) é de 56,94 milhões de m<sup>3</sup>. Esse sistema de barragens é o principal responsável pelo abastecimento d'água não só de

João Pessoa, como também, de outras cidades adjacentes, a exemplo, de Bayeux e Cabedelo, além do distrito de Várzea Nova no município de Santa Rita.

QUADRO 02 - ÁREA DA BACIA DO RIO GRAMAME NOS MUNICÍPIOS DRENADOS

BACIA DO RIO GRAMAME (ÁREA E LOCALIZAÇÃO)			
MUNICÍPIOS	ÁREA %	ÁREA KM <sup>2</sup>	MICRORREGIÃO
Pedras de Fogo	54,83%	219,93	Litoral Sul
São Miguel de Taipu	5,65%	5,23	Sapé
Cruz do Espírito Santo	3,17%	6,20	Sapé
Alhandra	44,31%	80,93	Litoral Sul
Santa Rita	21,29%	154,68	João Pessoa
Conde	46,62%	80,63	João Pessoa
João Pessoa	28,07%	59,10	João Pessoa

FONTE: O autor; FILGUEIRA e SILVA NETO, 2002, p. 82-83 e PARAÍBA (estado), 2007.

NOTA: Os dados referentes à segunda coluna referem-se à área, em porcentagem, do respectivo município, drenada pela bacia do rio Gramame. Os dados da terceira coluna referem-se à área, em quilômetros quadrados, do respectivo município, drenada pela bacia do rio Gramame.

O rio Gramame é proveniente da região de Oratório, município de Pedras de Fogo, na microrregião Litoral Sul. Esta microrregião é uma das quatro que se incorporam a mesorregião da Mata Paraibana. Portanto, suas nascentes posicionam-se nas zonas de contato dos terrenos cristalinos da Depressão Sublitorânea com os terrenos sedimentares dos Baixos Planaltos Costeiros.

Sua extensão é de cerca de 55 km. Seu perfil longitudinal mostra que

O alto curso tem comprimento de 6 km com declividade de 11,6 m/km. O médio curso tem comprimento de 25 km, com declividade de 2,4 m/km. O baixo curso tem comprimento de 23 km, com declividade de 0,9 m/km. (GOLDFARB; CYSNEIROS; SILVA, 2002, p. 6).

Os afluentes de maior volume d'água são os da margem norte (esquerda), destacando-se os rios Mamuaba e Mumbaba. Além dos quais pode-se enumerar, de montante para jusante, os subsequentes tributários da margem norte (esquerda): da Quizada, Santa Cruz, do Bezerra, do Angelim, do Botamonte, Camaço, entre outros. Na margem sul (direita) identificam-se, igualmente no sentido montante para jusante, os imediatos afluentes: Utinga, Pau-Brasil, Pitanga, Ibura, Piabuçu, Água Boa, entre outros. Entre estes últimos, o destaque é o rio Água Boa.

#### 2.1.2.3 Bacia Hidrográfica do Jaguaribe

A circunscrição geográfica da bacia do rio Jaguaribe, *a priori*, seria tarefa bastante simples diante do grande arsenal cartográfico e de geoprocessamento atualmente disponível. Entretanto, para adentrar nesta temática alguns comentários preliminares tornam-se imperativos.

Nessa perspectiva, a determinação exata da cabeceira e da foz do rio Jaguaribe surge como pré-requisito necessário para o entendimento do mesmo e, por extensão, da Bacia a qual integra. Em ambos os casos a literatura geocientífica é, na maioria dos casos, confusa e pouco esclarecedora. Sobre essas questões serão efetuadas, apenas, diminutas e superficiais apreciações, almejando, única e exclusivamente precisar o nascedouro e a desembocadura do rio Jaguaribe. Corroborando, desta forma, para uma melhor compreensão dessa Bacia, conforme assinalado anteriormente.

Para Melo (2001, p. 15) “o rio Jaguaribe nasce [nascia] ao sul de João Pessoa, no conjunto Esplanada, em uma lagoa, hoje aterrada.” Na verdade o rio Jaguaribe tinha, entre os seus plurais minadouros, aquela lagoa. Devido ao soterramento, a delineada lagoa não mais existe. Ela se situava na localidade antigamente denominada de Granja Sandy, atualmente Conjunto Habitacional

Esplanada, no bairro Ernani Sátyro. As áreas correspondentes à referida lagoa e cercanias foram impetuosamente transformadas na década de 1970 por ocasião da edificação dos Conjuntos Habitacionais Costa e Silva e Ernani Sátyro em 1971 e 1977, respectivamente.

A extinta lagoa, localizada na Granja Sandy, era a mais meridional das fontes do rio Jaguaribe, embora sua contribuição em termos de volume d'água fosse pequena. Corrobora com esta assertiva o fato de sua extinção não ter alterado, significativamente, o caudal do Jaguaribe.

Por tais razões, parece ser mais coerente afirmar que o início do rio Jaguaribe assenta-se nas Três Lagoas, que constituem a mais importante formação lacustre do município de João Pessoa. As Três Lagoas fixam-se nos limites dos bairros de Ernani Sátyro, Jardim Veneza e Oitizeiro e são seccionadas pelo entroncamento da BR 230 e BR 101.

Independente do exórdio do Jaguaribe ser a extinta lagoa onde hoje se encontra o bairro Ernani Sátyro, ou ser nas Três Lagoas nas circunvizinhanças da convergência daquele bairro com o Jardim Veneza e Oitizeiro, o Jaguaribe é um rio emissário. Suas cabeceiras acham-se a cerca de 23 metros de altitude.

Outra importante questão preambular diz respeito à foz do Jaguaribe. Na década de 1940 foram realizadas diversas obras de engenharia que culminaram com a inflexão do baixo curso do Jaguaribe. Essas intervenções objetivavam a drenagem das áreas, hoje ocupadas fundamentalmente pelos Bairros de Tambaú, Manaíra, Aeroclube, Jardim Oceania e Bessa.

Antes da inflexão, o curso principal seguia fluindo para o norte servindo de divisa, inicialmente, entre o bairro Aeroclube (João Pessoa) e o município de Cabedelo. E, posteriormente, tomando a direção leste, servia de balizador natural, entre os bairros do Bessa (João Pessoa) e de Intermares (Cabedelo), até alcançar o Oceano Atlântico (figura 07).

Sobre o desvio do Jaguaribe, Sousa (2006, f. 100) alega que “na década de 1940, o seu leito foi desviado para dentro do Mandacaru, um afluente do Sanhauá que faz parte do sistema estuarino do Paraíba”. Na realidade o rio Mandacaru não deságua no rio Sanhauá e sim no rio Paraíba.

FIGURA 07 - FOZ DO RIO JAGUARIBE DEMANDANDO O ATLÂNTICO - 29 JAN 2003



FONTE: João Pessoa (Prefeitura Municipal), 2002.

NOTA: Curso original do rio Jaguaribe, limite natural entre os municípios de João Pessoa, ao sul, e o município de Cabedelo, ao norte. Além de ter sido desviado para o rio Mandacaru, continua a ser intensamente impactado, hodiernamente, pela expansão urbana, como demonstra a fotografia.

Estas constatações prévias são indispensáveis para uma melhor caracterização da Bacia. Nesse sentido, e considerando as Três Lagoas e o Atlântico como sua nascente e desembocadura, respectivamente, essa Bacia fica entre as seguintes coordenadas: (UTM) 9216000mN/299000E e 9206000mN/287000E.

O perfil longitudinal do Jaguaribe denota um rio de baixo gradiente

altimétrico. Seu comprimento se aproxima dos 22 km, o que resulta em uma declividade média em torno de 1 (um) m/km.

O alto curso vai da nascente até a ponte da Avenida Pedro II, a jusante, do Jardim Botânico de João Pessoa, entre os bairros do Castelo Branco e Torre. O médio curso é delimitado, a montante, pela referida ponte e a jusante, pela curvatura sinalizada pela mudança brusca na direção do curso que, neste ponto, passa de leste para norte. Esse ponto coloca-se logo após a confluência do rio Timbó entre os bairros do Altiplano Cabo Branco (ao sul), Miramar (ao norte) e Cabo Branco (a leste). E, por último, o baixo curso representado pelo trecho que vai desde aquela abrupta transfiguração no traçado de seu canal (cotovelo) até a foz, seja ela no rio Mandacaru, seja no Oceano Atlântico.

Partindo deste pressuposto, o Jaguaribe tem seu alto e médio curso encaixado sobre os terrenos sedimentares dos Baixos Planaltos Costeiros. Enquanto que seu baixo curso escoa entalhado sobre as Planícies Costeiras.

Entre os tributários do Jaguaribe apenas o Timbó (margem direita) merece destaque. Os demais estão bastante modificados e, em alguns casos extintos, em virtude da intensa dinâmica urbana. O riacho dos Macacos, na margem esquerda, é um exemplo clássico que se enquadra na última situação. Seu desaparecimento foi motivado, mormente, pela expansão do bairro da Torre.

#### 2.1.2.4 Bacia Hidrográfica do Paraíba

Os dados básicos, tais como: área, localização, municípios contemplados, entre outros, da bacia do rio Paraíba foram quase sempre reproduzidos de Gualberto (1977). Pode-se mencionar como exemplo, a clássica publicação do Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar - NEPREMAR (1980). Trabalhos mais recentes no âmbito das geociências e, especialmente, no âmbito das biociências, tais

como Guedes (2002, f. 4) e Nishida, Nordi e Alves (2004, p. 55), respectivamente, enquadram-se neste contexto.

O constante desenvolvimento de novas geotecnologias permitiu maior precisão nas informações geoambientais, tornando, desse modo, obsoletos alguns conteúdos contidos nos trabalhos acima exarados e ainda hoje, amplamente utilizados. No que diz respeito à área e aos municípios abrangidos pela Bacia do Paraíba, a criação de 52 municípios paraibanos em 1994, alterou o cenário.

A bacia do rio Paraíba pode ser dividida em quatro grandes subsistemas. Sendo uma sub-bacia (Rio Taperoá) e três regiões (Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba). Suas respectivas áreas e coordenadas são apresentadas no quadro 03.

QUADRO 03 - ÁREA E COORDENADAS DAS SUB-BACIAS DA BACIA DO PARAÍBA

SUB-BACIAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA (ÁREA E LOCALIZAÇÃO)			
SUB-BACIA	ÁREA KM <sup>2</sup>	LATITUDE SUL	LONGITUDE OESTE
Rio Taperoá	5.666,38	6°51'47" - 7°34'33"	36°00'10" - 37°14'00"
Alto Paraíba	6.717,39	7°20'48" - 8°18'12"	36°07'44" - 37°21'22"
Médio Paraíba	3.760,65	7°03'50" - 7°49'13"	35°30'15" - 36°16'38"
Baixo Paraíba	3.925,40	6°55'13" - 7°30'20"	34°47'37" - 35°55'23"

FONTE: PARAÍBA (2005)

NOTA: Divisão da bacia hidrográfica do rio Paraíba e suas respectivas áreas e coordenadas geográficas, segundo o Plano estadual de recursos hídricos. Atentar para a relevância da Sub-Bacia do rio Taperoá.

Com fulcro nos dados aludidos no quadro 03 deduz-se que a bacia do rio Paraíba possui uma área de 20.069,82 km<sup>2</sup>, inserida nas subsequentes coordenadas geográficas: 6°51'47" a 8°18'12" de latitude sul e 34°47'37" a 37°21'22" de longitude oeste. Drenando, parcialmente ou totalmente, sessenta e nove municípios

paraibanos, esta é a maior bacia hidrográfica genuinamente paraibana. A bacia do rio Paraíba revela-se ainda por sua importância histórica além de contemplar as áreas mais urbanizada e industrializada do estado da Paraíba.

Concluída essa introdução, o rio Paraíba procede das águas que defluem da Serra de Jabitacá, no Planalto da Borborema, no município de Monteiro, na microrregião Cariri Ocidental pertencente à mesorregião da Borborema, cujas cotas topográficas estão entre as maiores do estado da Paraíba, alcançando excepcionalmente mais de 1.000 metros de altitude e correspondendo ao nível cimeiro do Planalto da Borborema. A notabilidade altimétrica é o pico da Bolandeira, com 1.079 metros, situado na Serra de Jabitacá.

Seus minadouros se estabelecem, portanto, no limite entre os estados da Paraíba e Pernambuco. Essa divisa se constitui, nesta localidade, em divisor de águas entre a bacia do rio Paraíba e as bacias do rio Moxotó e do rio Ipojuca, estando as duas últimas encravadas em território pernambucano e que demandam o rio São Francisco e o Oceano Atlântico, respectivamente. Em seu início, o rio Paraíba tem a designação de rio do Meio, e só após a confluência com os rios Sucuru e Umbuzeiro, passa a se chamar de rio Paraíba. Sua desembocadura encontra-se entre os municípios de Cabedelo, ao sul (margem direita) e de Lucena, ao norte (margem esquerda), onde demanda o Atlântico, caracterizando, por conseguinte, uma drenagem exorreica. Nessa trajetória, da nascente à foz, o rio Paraíba percorre uma distância ainda hoje pouco conhecida. Os dados são bastante díspares. De acordo com GEOCONSULT (2003, v. 2, p. 5.29) são 280 km. Outros autores chegaram a cifras maiores, a exemplo de 300 km (SILVA, 2003, p. 6) e 380 km (GUALBERTO, 1977). Para Andrade (1997, p. 9) o rio Paraíba tem 480 km de extensão.

A dissimetria da bacia atesta o forte tectonismo da área. A reativação tectônica por toda a extensão longitudinal de antigos setores de cisalhamento do

embasamento proterozoico possibilitou e comandou o surgimento de *grabens* e *horsts* e, como corolário, da hidrografia local. Nessa perspectiva,

o rio Paraíba está posicionado dentro da bacia, de maneira assimétrica, mais para o sul de forma tal que, à exceção do rio Gramame [sic], não existem afluentes significativos na margem direita. Pela margem esquerda aparecem os rios Gurinhém, Ingá, São Pedro, Soledade, Taperoá, Sucuru e Monteiro, do baixo para o alto curso. (PROJETO RADAMBRASIL, 1981. p. 262-263).

Fica, por isso, evidenciado o caráter tectônico deste vale. Nas zonas de cisalhamento do embasamento proterozoico são comuns reativações tectônicas. Estas reativações foram responsáveis pelos altos e baixos estruturais de idade Terciária. O *horst* de Boqueirão e o *gráben* de Cariatá, ambos seccionados pelo Paraíba, são feições geológicas e geomorfológicas facilmente observáveis na paisagem. O alto curso singulariza-se pela intensa erosão linear ou vertical, em razão do elevado gradiente altimétrico. Por causa disso, esse segmento do canal sugere uma maior velocidade de fluxo, o que acarreta, também, uma maior potencialidade de erosão, porém, aqui o escoamento é intermitente. Após cerca de 65 km de curso, o Paraíba atinge níveis inferiores a 400 m de altitude. No médio curso, a erosão linear reduz progressivamente rumo à jusante, enquanto que, neste mesmo direcionamento, constata-se o incremento gradativo da erosão areolar ou horizontal.

E, finalmente, tem-se o baixo curso que recebe significativas influências ambientais do Graben de Cariatá, e por extensão, de toda a área a montante. Em decorrência do significado geológico e geomorfológico do Graben de Cariatá, mesmo considerando sua repercussão, em menor escala, na área em estudo, torna-se conveniente detalhar moderadamente esta temática.

O curso deste rio [rio Paraíba] à montante do gráben [graben] era de orientação aproximadamente N-S, cercanias das cidades de Umbuzeiro e Natuba, e foi bruscamente capturado e desviado para E-W, das proximidades de Itatuba-PB até o litoral. [...] A cobertura sedimentar é predominantemente arenosa, atingindo localmente

cerca de 45 m de espessura, o que é apenas um resíduo da enérgica ação desmanteladora do ciclo erosivo atual. Os depósitos compreendem lamitos seiosos a arenosos, conglomerados e arenitos, em geral pobramente organizados, mas com esparsas indicações de paleocorrentes para NE e ENE. [...] De certa forma, estes sedimentos lembram bastante as áreas ditas clássicas do Grupo Barreiras, particularmente a Formação Guararapes. Estes depósitos estão sendo interpretados, preliminarmente, por suas feições gerais de exposição, como leques aluviais localmente associados a planícies de rios entrelaçados. Devido ao panorama geral de tabuleiros - cotas inferiores a 120 m em geral - são poucos os perfis verticais disponíveis para análise destes sedimentos. Com poucas variáveis, geralmente as rochas do embasamento costumam se expor nas linhas de drenagem mais contundentes, com a conseqüente formação em vários pontos de exsudações de águas subterrâneas no contato sedimentocristalino. Nos topos dos tabuleiros, a paisagem de areais, com predominantes culturas de mandioca e cana de açúcar [açúcar] é comum, assim como a presença de lagoas circulares a sub-circulares, uma característica fisiográfica do leste da Paraíba, onde [está] presente estes depósitos terciários. (NEVES *et al.*, 2004. p. 130).

Na região estuarina a existência de camboas ou gamboas, como são mais conhecidas localmente, são frequentes. Essas camboas são pequenos rios próximos ao oceano, que enchem com os fluxos das marés e secam, parcialmente ou totalmente, com o refluxo. Em tupi, o termo *camboa* possui a seguinte acepção: "cercado armado em pequena depressão, junto ao mar, onde, na maré baixa, fica retido o peixe miúdo que ali penetra na preamar" (FERREIRA, 2010). No Nordeste do Brasil, em conformidade com o Instituto Antônio Houaiss (2009), o "estreito por onde a água penetra, na maré alta, e que esvazia quando as águas refluem na baixa-mar" denomina-se camboa, ou sua variante linguística, gamboa.

Em virtude da importância do baixo curso para a área em exame, esse será objeto de novas apreciações no capítulo 4 (Geomorfologia do Município de João Pessoa). Especificamente, nas explanações acerca das planícies de marés (ver seção 4.4.1.6) e das Planícies Aluviais (ver seção 4.4.2).

A açudagem vem desempenhando papel fundamental na perenização do rio Paraíba. O açude Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como Boqueirão, é o principal responsável pela regularização deste curso d'água. Sua construção possibilitou a ininterruptão de seu escoamento através de todo o trecho à jusante

desta barragem.

### 2.1.3 Pedologia

Tendo em mente que a área em estudo é preponderantemente urbanizada, a importância dos solos, *a priori*, é relegada a um segundo plano. Notadamente, quando se trata dos aspectos edáficos. Nessa linha de raciocínio, algumas sucintas ponderações pedológicas são suficientes para uma melhor compreensão do tema aqui proposto.

Precedendo as relatadas avaliações pedológicas locais é oportuno ressaltar que a sistematização taxonômica dos solos passou, nos dois últimos lustros, por profundas alterações em diversos níveis taxonômicos. Estas mudanças foram sistematizadas e consolidadas em duas publicações sob os auspícios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999, 2006).

O atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos contempla seis níveis categóricos, a saber: ordens, subordens, grandes grupos, subgrupos, famílias e séries. Os referidos níveis categóricos foram dispostos em ordem decrescente, do ponto de vista taxonômico. Consoante a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006, p. 67) nível categórico é

um conjunto de classes segundo atributos diagnósticos em um mesmo nível de generalização ou abstração e incluindo todos os solos que satisfazem a essa definição. [...]. As características diferenciais para os níveis categóricos mais elevados da classificação de solos devem ser propriedades dos solos que resultam diretamente dos processos de gênese do solo ou que afetam, diretamente, a gênese do mesmo, porque estas propriedades apresentam um maior número de características acessórias.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos os dois níveis inferiores (famílias e séries) ainda não estão devidamente definidos. As famílias permanecem em discussão, avançada é bem verdade. As séries, por sua vez, até o presente não

foram definidas.

Entretanto, para este trabalho, apenas os dois níveis mais elevados (ordens e subordens), serão levados em consideração. Eventualmente, dissertações acerca do terceiro nível categórico (grandes grupos) serão realizadas.

Os grandes grupos de solos identificados na área delimitada para esta pormenorização serão comentados com fulcro, precipuamente, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Nessa perspectiva, as ordens, subordens e, fortuitamente, os grandes grupos de solos serão abordados, conforme sua ocorrência espacial, baseados no quadro geomorfológico. Para tanto, utilizar-se-á a generalização para levar a efeito esta análise.

Isto posto, nas Planícies Costeiras acham-se primordialmente os neossolos, mormente os quartzarênicos, os organossolos e os gleissolos. Nas Planícies Aluviais os neossolos flúvicos sobressaem. Nestas planícies (costeiras e aluviais), na área em foco, têm assentamento, em menor ou maior importância, as formações vegetais pioneiras.

Os solos arenosos das Planícies Costeiras dominam um setor descontínuo, longo e estreito, no extremo leste da porção continental em questão. A continuidade é quebrada apenas pela existência de alguns poucos e conspícuos promontórios. Essa faixa arenosa é bem estreita ao sul, exceto em Barra de Gramame. À medida que prolongam no sentido norte, a zona de solos arenosos revelam-se, progressivamente, mais largos a partir do bairro do Cabo Branco até a divisa, ao norte, com o município de Cabedelo. Esses solos são prevalentemente os neossolos quartzarênicos que se distinguem por se mostrarem

sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com seqüência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm 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). (EMPRESA BRASILEIRA DE

PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 182).

Aqui, os solos de mangue, por sua vez, situam sobretudo nas desembocaduras dos rios que demandam o Atlântico. As exposições mais significativas espacialmente encontram-se nos estuários dos rios Gramame e Paraíba, nas extremidades sudeste e noroeste, respectivamente, do município de João Pessoa. Esses solos, não apenas são salinos (halomórficos), como por outro lado são saturados d'água e de alto teor de matéria orgânica. A matéria orgânica é oriunda da intensa atividade biológica própria desses lugares. Os solos de mangue, outrora denominados de Solos Indiscriminados de Mangue, davam uma falsa ideia de homogeneidade pedológica. Hodernamente, pertencem as ordens dos Organossolos e Gleissolos. Nesse ambiente, há de se destacar os Organossolos Tiomórficos que se caracterizam por exibir “horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm da superfície do solo”. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 201).

Nas Planícies Aluviais sobrepujam os Neossolos Flúvicos, Organossolos e Gleissolos. Os Neossolos Flúvicos são solos

derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueamentos abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devam estar a profundidades superiores a 150 cm. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 181).

Os solos das Planícies Aluviais, antecedentemente individualizados, são provenientes dos sedimentos aluviais que

a cada ano, ou no intervalo de alguns anos, novas camadas cobrem as anteriores, às vezes enterrando algumas plantas pioneiras quando o intervalo entre deposições permite. A distribuição de matéria orgânica com profundidade nesses solos é irregular, registrando esses eventos” (RESENDE *et al.*, 1995, p. 116).

Na área em estudo, em concordância com o que foi demonstrado no item 2.1.2 (Hidrografia), o rio e, consequentemente o respectivo vale, de maior

magnitude é o rio Paraíba. Contudo, as presenças mais expressivas especialmente dos solos aluviais localizam-se na planície aluvial do rio Gramame. As razões para essa aparente contradição são bem elementares. Nessa trajetória, praticamente todo o baixo curso do Gramame, constitui fronteira entre os municípios de João Pessoa e Conde. Ao passo que apenas o segmento terminal do baixo curso do rio Paraíba se faz presente nesse município. Aqui ao invés dos solos aluviais há os solos de mangue.

FIGURA 08 - ARGISSOLOS SOBRE OS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 29 JAN 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Os argissolos vermelho-amarelos correspondem aos antigos podzólicos vermelho-amarelos. Na área em apreço surgem, quase sempre, associados aos latossolos vermelho-amarelos, que em virtude de suas similaridades macroscópicas são facilmente confundidos. Estes solos, juntamente com os espodossolos, são típicos dos Baixos Planaltos Costeiros.

No Baixos Planaltos Costeiros, que é a unidade mais representativa espacialmente, dominam os argissolos e latossolos. Os argissolos são compostos de

material mineral e manifestam “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 baixas e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B” (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 101). Os latossolos, por sua vez, tipificam-se por possuir “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”. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 161).

Além dos argissolos e latossolos, nos Baixos Planaltos costeiros são reconhecidos os neossolos quartzênicos e os espodossolos. Os espodossolos têm

horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E , A ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou de 400 cm, se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hísticos (com menos de 40 cm) + E ultrapassa 200cm de profundidade (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006, p. 137).

Na área em investigação os argissolos (figura 08) são predominantes. Notadamente os integrantes da subordem do argissolos vermelho-amarelos, particularmente do grupo argissolos vermelho-amarelos distróficos. São igualmente comuns os argissolos acinzentados. Os latossolos são basicamente os vermelho-amarelos. Os espodossolos desenvolvem horizonte endurecido. Os sistemas radiculares têm dificuldades em transpor esses horizontes endurecidos nas épocas onde o balanço hídrico é deficitário, fenômeno que também contribui para sua baixa fertilidade natural.

No município de João Pessoa, os referidos níveis categóricos de solos têm suas respectivas ocorrências de modo associado. Presenças isoladas são mais comuns nos primeiros níveis categóricos. Tal fato dificulta, sobremaneira, o mapeamento detalhado dos solos.

#### 2.1.4 Fitogeografia

Existem diversos modelos propostos para classificar a vegetação. Nesse sentido, a

nomenclatura do sistema vegetal tem variado conforme cada autor e de acordo com o país de origem, onde se procurou sempre uma designação regionalista sem levar em conta a prioridade da fisionomia ecológica semelhante de outras partes do planeta. (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991, p. 13).

No bojo de tais esclarecimentos, as considerações a seguir é uma tentativa de aplicação da *Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal* apresentado por Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

Essa classificação ainda hoje é pouco usada, principalmente em se tratando de Paraíba. Entretanto, constitui um aperfeiçoamento da classificação utilizada no Projeto RADAMBRASIL, a exemplo da Folha SB. 24/25 Jaguaribe / Natal (PROJETO RADAMBRASIL, 1981).

Nessa perspectiva, o setor extremo leste continental da área de estudo é tomado por formações, ordinariamente, em forte sucessão ecológica. Sua difusão é notável e descontínua, espacialmente.

O Sistema Edáfico de Primeira Ocupação encerra as formações pioneiras. Este sistema é composto pela vegetação com influência marinha (“restingas”), pela vegetação com influência flúvio-marinha (“manguezal e campos salinos”), e pela vegetação com influência fluvial (comunidades aluviais). Todas essas comunidades têm assentamento, em menor ou maior importância, na área em elucidação.

A vegetação com influência marinha (“restingas”) é uma formação eminentemente herbácea, cujo aspecto mais marcante é a adaptabilidade a solos arenosos com altos teores de sal e baixos teores de matéria orgânica. Analogamente, harmoniza-se com a ação dos ventos, que nesses ambientes, é de significativa importância. Geomorfologicamente, encontra-se nas Planícies Costeiras,

essencialmente nas praias e nas cristas praiais, assim como, nos terraços marinhos. Sua intermitência espacial deve-se, entre outros fatores, às desembocaduras de pequenos rios (Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu, Cabelo, além de um pequeno riacho, bastante alterado devido à intensa ocupação humana, situado na divisa entre os bairros Jardim Oceânia e o Bessa) que demandam o Atlântico.

Os gêneros característicos de maior proximidade da linha de preamar (maré alta) são: Remirea e Salicornia. Nas áreas subsequentes há os gêneros Ipomea, Iresine, Canavalia entre outros. Entre as espécies verificadas nesses ambientes podem-se enumerar as seguintes: salsa de praia (*Ipomoea pes-caprae* L. e *Ipomoea stolonifera* Samos), bredo de praia (*Iresine portulacoides* Moq), feijão de praia (*Canavalia rosea*) e pinheirinho de praia (*Polygala corisioides* St. Hil). Continuando a adentrar gradualmente rumo ao interior do continente, a oeste da linha do litoral (*shoreline*), aparecem até mesmo arbustos, porém os semiarbustos predominam. Entre eles se sobressaem: guajeru (*Chrysobalanus icaco* L.) e a chanada (*Turnera ulmifolia* L.).

Mais à retaguarda da linha de costa, e igualmente em relação à vegetação com influência marinha (“restingas”), as espécies típicas são: cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), olho de pombo (*Abrus precatorius* L.), oiti-da-praia (*Moquilea tomentosa* Benth), aroeira da praia (*Schinus teribinthifolius* Raddi), murici da praia que pertence ao gênero *Byrsonima*, entre outras. Geomorfologicamente, os campos de restingas ocupam as cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos, que sucessivamente acumulados, resultam no que alguns pesquisadores intitulam de restingas.

Tanto a vegetação próxima a preamar (maré alta), quanto as mais afastadas, ambas anteriormente identificadas, ocupam as praias e as cristas praiais, respectivamente. Essas vegetações, outrora, possuíam grande propagação espacial no quadrante nordeste de João Pessoa. Mais especificamente nos atuais bairros de

Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Jardim Oceânia, Aeroclube e Bessa. Nos três últimos, ainda são observadas com facilidade.

É oportuno ressaltar que segundo o Projeto RADAMBRASIL (1981, p. 496), as “restingas” podem, ocasionalmente, ocorrer, em “terrenos do Grupo [Formação] Barreiras capeados por Areias Quartzosas [neossolos quartzênicos]”. Partindo deste pressuposto, todas as formações florestais localizadas sobre os Baixos Planaltos Costeiros, no sudeste do município de João Pessoa, especificamente nos bairros de Barra de Gramame, Costa do Sol e Portal do Sol são “restingas” do tipo arbórea.

As condições peculiares dos estuários, com altos teores de sal e de matéria orgânica e com solos quase sempre saturados d’água e sujeitos às oscilações das marés, oferecem condições propícias para proliferação dos manguezais. Os manguezais integram, no sistema de classificação aqui adotado, a vegetação com influência flúvio-marinha.

As espécies vegetais dos manguezais, para sobreviverem neste tipo de ambiente, tiveram que adequar suas raízes. Em especial, quando se trata de espécies que vivem em localidades constantemente inundadas, suas raízes funcionam como suporte, além de apresentarem geotropismo negativo. O geotropismo negativo tem a função respiratória, tendo em vista que as extremidades das raízes ficam a descoberto fornecendo oxigênio aos segmentos submersos.

Entre as espécies que habitam terrenos alagados persistentemente e/ou sazonalmente, coloca-se em relevo o mangue vermelho ou mangue verdadeiro (*Rhizophora mangle* L.), o mangue siriúba (*Avicennia schaueriana* Stap e Lechman), o mangue branco (*Laguncularia racemosa* Gaertn. f.) e o mangue de botão (*Conocarpus erectus* L.). O mangue vermelho emerge nas regiões de maior salinidade, submetidas diretamente à ação marinha, portanto, sempre alagadas.

No entanto, existem espécies cujos habitats são os espaços circunvizinhos

aos alagados, entre elas salientam-se: guaxima do mangue ou algodão de praia (*Hibiscus tiliaceus* L.) e samambaia assu ou samambaia do mangue (*Acrostichum aureum* L.). No domínio dos mangues, com maiores cotas altimétricas, os capins e os juncais (*Eleocharis obtusa* e *Spartina alterniflora* Lois) preponderam.

Os mangues e os apicuns dominam parcela da região norte da área em análise. Mais especificamente no trecho compreendido entre o baixo Sanhauá, passando pelo rio das Bombas até o rio Mandacaru. Esta área representa o estuário do rio Paraíba em território pessoense. Ainda na porção norte, especificamente a nordeste tem-se áreas de mangues na original desembocadura do rio Jaguaribe, no bairro do Bessa e também no limite desse bairro com o Jardim Oceânia. Ao sul, o mais imponente manguezal é no estuário do rio Gramame. Além dessas constatações, evidenciam-se os mangues que identicamente se desenvolvem nos pequenos estuários dos rios que deságuam no oceano, a saber: Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu, Cabelo, além do já referido riacho, na divisa entre os bairros Jardim Oceânia e Bessa.

O terceiro e último componente do Sistema Edáfico de Primeira Ocupação é a vegetação com influência fluvial (comunidades aluviais). Essas comunidades “refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou então, das depressões alagáveis todos os anos” (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991, p. 101). São regionalmente designadas de campos de várzeas ou vegetação de várzeas e individualizam-se por serem do tipo herbáceo, englobando basicamente as gramíneas e as ciperáceas. Entre os gêneros mais comuns, prevalecem: *Typha*, *Cyperus*, *Juncus*, *Panicum*, *Paspalum*, entre outros. As vegetações de várzeas ocupam as Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação. Na área em estudo, as comunidades aluviais têm sua maior expressão nas planícies de inundação dos rios Jaguaribe e Gramame.

Nas Planícies Aluviais, e notadamente nos terraços fluviais, situa a

Floresta Ombrófila Densa Aluvial, que constitui uma das cinco formações da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical). A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é uma “formação ribeirinha ou ‘floresta ciliar’ que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias [...]. Devido à exploração madeireira, sua fisionomia torna-se bastante aberta” (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991, p. 65). Na área em tela, mais uma vez, essa formação vegetal tem sua maior profusão nas planícies de inundação dos rios Jaguaribe e Gramame. No Jaguaribe, em seu médio curso, a fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Aluvial mantém-se, até o presente, bastante fiel à original. Tal fato justifica-se em virtude de um remanescente florestal denominado de Mata do Buraquinho, que hoje, pertence parcialmente ao Jardim Botânico de João Pessoa e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, onde tem sua sede Estadual.

Tornou-se hábito na literatura ambiental designar as florestas costeiras do litoral oriental da Paraíba, e, por extensão, do Nordeste do Brasil de Mata Atlântica. Esta floresta, em função da *Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal* (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991), corresponde a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas. Na primeira são comuns os gêneros *Tabebuia*, *Ficus* e *Alchornea*. Na segunda revela-se o gênero *Caesalpinia*. Segundo Veloso, Rangel Filho e Lima (1991, p. 76), a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas “é um tipo florestal caracterizado pelo gênero *Caesalpinia* de procedência africana, destacando-se pelo inegável valor histórico a espécie *C. echinata*, o pau-brasil, e outros gêneros brasileiros [...]”.

Na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, as epífitas e as lianas são encontradas com certa facilidade. Todavia, em João Pessoa, as epífitas rarefazem e as lianas aparecem com

menor frequência ainda. Talvez as interferências antrópicas justifiquem esse fato. As principais espécies, consoante Carvalho e Carvalho (1985, p. 44), são: louro (*Ocotea glomerata* [Nees]), jatobá (*Hymenaea martiana* H.[Hayne]), visgueiro (*Parkia pendula* Benth), sucupira (*Bowdichia virgiliooides* Hook), pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) e pau-d'arco [amarelo] (*Tabebuia crysotricha* Stande).

Estas formações florestais (Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas) ocupam setores dos Baixos Planaltos Costeiros contemplando todas as subunidades, topos (mais argilosos), vertentes e falésias.

Na área em estudos, os remanescentes da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas de maior relevância é, sem dúvida, a Mata do Buraquinho. Esse fragmento, que possui área de 515 hectares, dos quais 329,39 constituem o já assinalado Jardim Botânico de João Pessoa. As demais áreas compõem a Área de Preservação Permanente Mata do Buraquinho administrada pelo IBAMA. Parte desse trecho florestal ganhou o *status* de Área de Preservação Permanente através do Decreto Federal Nº 98.181 de 26 de setembro de 1989 e de Jardim Botânico através do Decreto Estadual Nº 21.264 de 28 de agosto de 2000. Ambos, hodiernamente, coexistem.

Outro importante resquício, de menor significado especial, acha-se no bairro do Róger e não no bairro de Tambiá. Essa área é essencialmente florestal e abrange 26,8 hectares. Foi registrada em 1999, junto ao IBAMA, recebendo o nome de Parque Zôo-Botânico Arruda Câmara.

Tanto a Mata do Buraquinho, quanto o Parque Zôo-Botânico Arruda Câmara têm diversos aspectos em comum. Ambos estão localizados em ambiente urbano, próximo ao centro da cidade. Outra importante particularidade é que sua preservação deu-se fundamentalmente em consequência da necessidade de preservar seus mananciais hídricos.

Além desses, há de se mencionar ainda os testemunhos situados no extremo sudoeste do município, nos bairros de Mumbaba e Mussuré. Assim como os assentados no extremo sudeste do município, nos bairros litorâneos de Gramame e Costa do Sol, nas bacias hidrográficas dos rios Camurupim e Jacarapé. Os posicionados na Universidade Federal da Paraíba também são dignos de destaque (figura 09).

FIGURA 09 - FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS - 29 SET 2005



FONTE: O autor.

NOTA: Remanescente da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sobre os Baixos Planaltos Costeiros, encravado no *campus* da Universidade Federal da Paraíba. Nesta formação vegetal não é habitual a ocorrência do gênero *Caesalpinia*.

A Savana, regionalmente denominada de Cerrado, não é formação relíquia, pelo menos a existente no leste da Paraíba.

É necessário não confundir refúgio com disjunção ecológica, pois refúgio [...] são comunidades totalmente diferentes do tipo de vegetação em que estão inseridas, enquanto disjunções vegetacionais são repetições, em escala menor, de um outro tipo de

vegetação próximo que se insere no contexto da Região Ecológica dominante [...]. Como exemplos clássicos de comunidades disjuntas, podem ser citadas duas ‘vegetações ecologicamente disjuntas’ [...]; e a outra por influência pedológica, a Savana (Cerrado) dos tabuleiros costeiros [Baixos Planaltos Costeiros] do Nordeste [...]. (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991, p. 103-104).

A vegetação herbáceo-arbustiva denominada de Cerrado ocupa parcialmente os topos dos Baixos Planaltos Costeiros, notadamente aqueles com maior percentual de areias. "No manto herbáceo predominam as gramíneas dos gêneros *Echinolaena*, *Eragrostis* e *aanicum* [*Anicum*]. O estrato arbustivo apresenta indivíduos esparsos, de porte baixo, com troncos e ramos tortuosos e córtex espesso e fendido" (CARVALHO; CARVALHO, 1985, p. 44). Entre as espécies mais conspícuas, atrai a atenção as mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) e os cajueiros (*Anacardium occidentale* L.).

Todas estas formações vegetais exibem distintos graus de antropismo. As ações antrópicas e suas correspondentes repercussões na vegetação, e, por conseguinte, nos processos morfogenéticos, serão incipientemente analisadas no capítulo 4 (Geomorfologia do Município de João Pessoa).

### 2.1.5 Zoogeografia

A repartição espacial dos animais e as causas que a condicionam constituem o cerne da Zoogeografia. Embora esquecida por determinados autores, a ação humana sobre a distribuição dos animais é marcante, tornando imperativo versar a respeito dessa atuação antrópica. Entretanto, em que pese a relevância destas reflexões e em decorrência dos desígnios propostos para esta tese, não haverá referências a tais assuntos, exceto de maneira muito incipiente.

Dedutivamente, as regiões faunísticas subdividem-se em níveis hierárquicos inferiores, seguindo sempre o critério de unidades areais de escalas de grandeza decrescente. Examinar sistematicamente a fauna local em função dos

referidos níveis hierárquicos, parece ser de reduzido pragmatismo neste trabalho. Em face deste encaminhamento, as explanações alusivas à Zoogeografia do município de João Pessoa se limitarão a uma tentativa de correlacionar a presença de certas espécies com as unidades geomorfológicas e suas respectivas formações vegetais.

As considerações a seguir restringem-se a alguns poucos níveis taxonômicos, que foram selecionados mais em virtude da importância cultural (histórica ou econômica) que despertaram e despertam entre os habitantes locais e alienígenas. Por estas razões, entre os invertebrados, apenas os filos dos moluscos e artrópodes serão ventilados. Entre os artrópodes, abordar-se-á apenas a classe dos crustáceos. Entre os vertebrados, no filo dos cordados, serão tecidos comentários acerca dos peixes ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

No filo dos moluscos, destacam-se pela alta concentração de indivíduos por unidade de área, as ostras (*Crassostrea brasiliiana* e *Crassostrea rhizophorae*), o sururu (*Mytella* sp.) e o marisco pedra (*Anomalocardia brasiliiana*). O adensamento populacional dessas espécies é um aspecto positivo, por facilitar sua exploração e, portanto, possibilitar o aumento da capacidade de gerar lucro. Geomorfologicamente, estes moluscos ocorrem nas planícies de marés. As ostras se fixam normalmente nas raízes dos vegetais arbóreos dos mangues, enquanto que os mariscos pedras e os sururus preferem os sedimentos das planícies de marés. Nos recifes é encontrado o polvo (*Octopus* sp.).

Entre os crustáceos, os que expõem acentuada concentração de indivíduos, são os caranguejos chama-marés (*Uca* sp.) (figura 10), caranguejos-uçá (*Ucides cordatus*), os goiamuns (*Cardisoma guanhumi*), os aratus (*Goniopsis cruentata*), os pitus (*Bithynis acanthurus*) e os camarões das espécies: *Penaeus brasiliensis*, *Penaeus subtilis* e *Penaeus schimitti*, entre outros. Os peixes abundam, tanto no estuário como na plataforma continental.

Nos estuários do município de João Pessoa, as atividades de coleta de crustáceos e captura de peixes estuarinos não têm um significativo valor econômico. Apesar deste município ter a quinta maior produção pesqueira do Estado, com 203,7 toneladas, segundo dados expressos por BRASIL (2007, item 3.5.1.1).

FIGURA 10 - CONCENTRAÇÃO DE CARANGUEJOS DO GÊNERO *UCA* - 18 NOV 2006



FONTE: O autor.

NOTA: Os caranguejos do gênero *Uca*, conhecidos popularmente por chama-maré, singularizam-se por possuir grande número de indivíduos por área. Habitam os estuários e, na área de estudo, concentram-se no estuário do rio Gramame.

A paleogeografia da área, conforme será visto no capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba), explica, parcialmente, esse quadro. A propósito de ter sido uma das últimas áreas a constituir um elo entre os continentes Sul-Americano e o Africano, a plataforma costeira da Paraíba é a mais estreita do Brasil, o que proporciona uma melhor proximidade das espécies de hábito oceânico. Pelo fato de João Pessoa estar inserido nesta conjuntura, aliado a um nível tecnológico bem superior aos demais municípios paraibanos, as espécies mais representativas da produção pesqueira municipal não são as estuarinas.

Com fulcro nas estatísticas apresentadas por BRASIL (2007), entre os peixes de maior significado econômico para a economia pessoense, sem distinção dos seus respectivos habitats (estuarinos ou marinhos), distinguem-se: tainha (*Mugil platanus*, *Mugil curema*, *Mugil brasiliensis* [sic], *Mugil incilis*, *Mugil trichodon*); inúmeras espécies de bagres (família Ariidae); cumurim ou camarim (*Centropomus* spp); carapeba (diversos gêneros da família Gerreidae); manjuba (gênero *Anchoa*) e serra (*Scomberomorus brasiliensis*). Em termos de quantidade, os bagres e as tainhas respondem pela maior tonelagem de pescados.

Na classe dos anfíbios, destaque para as famílias Hulidae e Leptodactylidae. Entre os répteis, merecem relevo a iguana, cognominada regionalmente de camaleão (*Iguana iguana*) e o tejuacu (*Tupinambis teguixin*).

Na unidade areal em apreço, a característica fundamental da avifauna é a diversidade. Destarte, existem pluralidades de famílias, entre as quais as mais numerosas em termos de espécies são: Accipitridae, Caprimulgidae, Falconidae, Formicariidae, Thraupidae, Tinamidae, Trochilidae e Tyrannidae. Devido a variedade de espécies de aves, e, consequentemente, dos seus distintos hábitos, não se pode correlacionar a ocorrência das mesmas a determinada unidade geomorfológica, pois essa tarefa além de não se constituir na finalidade precípua desta pesquisa, exige uma gama de conhecimentos que até então não estão disponíveis.

Boa parte dos mamíferos está ameaçada de extinção. As principais ordens são: marsupiais, quirópteros, edentados, primatas; roedores e carnívoros. O guaxinim (*Procyon cancrivorus*) e o sagui (*Callithrix jacchus*) são exemplos dessa classe de vertebrados.

Na tentativa de proteger e garantir a biodiversidade são criadas múltiplas normas legais com esses objetivos. A instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC é um marco.

## 2.2 SISTEMAS SÓCIO-ECONÔMICO-CULTURAIS

### 2.2.1 Aspectos Históricos

A área que hodiernamente corresponde ao litoral do estado da Paraíba era habitada por ameríndios que linguisticamente pertenciam ao grupo Tupi. Nesse grupo “destacava-se as nações dos Potiguaras [Potiguara] e dos Tabajaras [Tabajara], que habitavam o litoral no momento inicial da colonização” (EGLER; MOREIRA, 1985, p. 16).

Todavia, é oportuno ressaltar que os Tabajara não habitavam, no período do descobrimento e na fase preambular da colonização, o litoral do território que, hoje compõe o estado da Paraíba. O grupo indígena Tabajara chegou na segunda metade do século XVI (precisamente entre os anos de 1584 e 1585), oriundo do rio São Francisco e alcançou o litoral paraibano vindo, laconicamente, de oeste para leste através do vale do rio Paraíba. Já os índios da nação Potiguara chegaram ao litoral paraibano “aproximadamente em 1500 e expulsaram daqui os Cariri” (PORDEUS, 1978, p. 55). Partindo desses pressupostos, quando os Tabajara aqui chegaram já encontraram os Potiguar e, contraditoriamente, a Paraíba tornou-se conhecida coloquialmente como a Terra dos Tabajara. Nesse sentido, o litoral da atual Paraíba ficou habitado, ao norte do rio Paraíba, pelos Potiguar e ao sul pelos Tabajara.

As tribos ameríndias viviam em constantes conflitos. “Os portugueses aproveitaram-se das diferenças étnicas entre as tribos indígenas para jogar umas contra as outras, e prevalecer” (MELLO, 2002, p. 29). Entretanto esse expediente não foi exclusividade dos portugueses, sendo exaustivamente utilizado por outros colonizadores europeus, inclusive em outros continentes. Os Potiguar, por exemplo,

uniram-se aos franceses, e insuflados por eles, constantemente incursionavam em terras meridionais ao rio Paraíba.

Da composição dos Tabajara com os portugueses é que surge a cidade da Paraíba. Esta composição teve início em 03 de agosto e em dois dias subsequentes chega à bacia hidrográfica do rio Paraíba a expedição do Capitão João Tavares. O objetivo da expedição foi celebrar a paz com os Tabajara, representado por seu chefe Piragibe. Com este tratado os Tabajara acatavam “o domínio português, concordam no estabelecimento desses e passaram a lutar contra seus irmãos potiguaras. [...] Celebrado o acordo com os Tabajaras [...] os portugueses puderam fundar a cidade sede da capitania.” (MELLO, 2002, p. 29-30).

Apesar da resistência dos nativos Potiguara, eles foram logo vencidos e massacrados pelos colonizadores portugueses, com a ajuda Tabajara. A relutância indígena, como se vê, retardou a conquista da Capitania Real da Paraíba que, embora surgida em janeiro de 1574, só em 1585 foi concretamente principiada sua colonização.

Apesar da instituição da cidade sede da Capitania Real da Paraíba ter ocorrido, efetivamente, em 4 de novembro de 1585 esta recebeu o nome de Nossa Senhora das Neves, denominação que se deve a anteriormente mencionada expedição do Capitão João Tavares que atracou no dia 5 de agosto, dia de Nossa Senhora das Neves, no rio Sanhauá.

A escolha do sítio da cidade sede da Capitania Real da Paraíba foi motivada, especialmente, por questões estratégicas. Nessa perspectiva, um dos locais eleitos foi as adjacências do rio Sanhauá. A Planície de Marés do referido rio, assim como, a do rio para o qual o Sanhauá demanda (Paraíba) não ofereciam condições favoráveis para edificações. Diante desta constatação, optou-se pelos terraços fluviais do Sanhauá, onde foi construído, o Forte do Varadouro, aproximadamente onde hoje se situam a Praça Álvares Machado e a Praça Napoleão

Laureano. Cronologicamente, foi a segunda significativa obra da cidade. O primeiro prédio foi uma ermida, como será visto adiante. Posteriormente inúmeros armazéns foram levantados.

O núcleo da até então recém-fundada cidade teve sua origem com a ocupação praticamente de forma concomitante de alguns compartimentos geomorfológicos. Os terraços fluviais e os topos dos Baixos Planaltos Costeiros localizados no alegado núcleo e cercanias, foram sendo ocupados paulatinamente e simultaneamente.

Os topos dos Baixos Planaltos Costeiros constituíam sítios que proporcionavam atributos estratégicos e ambientais excepcionais. A importância estratégica foi de tal envergadura que serviu de substrato a pioneira construção realizada na cidade. Em uma pequena elevação do terreno, de topo semiplano e altitude de 30 metros, foi assentada uma ermida. Esta colina, testemunho da ação intempérica e erosiva das águas pluviais e fluviais sobre os Baixos Planaltos Costeiros, apresenta um panorama completo das áreas contíguas, inclusive do Forte do Varadouro. Distando apenas cerca de 120 metros do Sanhauá, podia-se observar, da aludida ermida, todo movimento de entrada da cidade que, àquela época, dava-se, precipuamente, por via fluvial.

Na área onde surgiu a atual João Pessoa, as escarpas dos Baixos Planaltos Costeiros serviam, em um primeiro momento, de elo entre a parte baixa e a alta da cidade. E, gradualmente, aquelas escarpas foram sendo igualmente ocupadas.

Ainda no século XVI, a cidade expande-se para os topos mais elevados dos Baixos Planaltos Costeiros. Em 1586 é construída uma igreja, precursora da atual Igreja de Nossa Senhora das Neves. Em seguida, a cidade continuava com sua expansão, agora com sentido sul, com a abertura da Rua Nova (atual Avenida General de Osório) e a Rua Direita (atual Rua Duque de Caxias), ambas sobre estas formas de relevo tabular, com cotas altimétricas entre 45 e 55 metros.

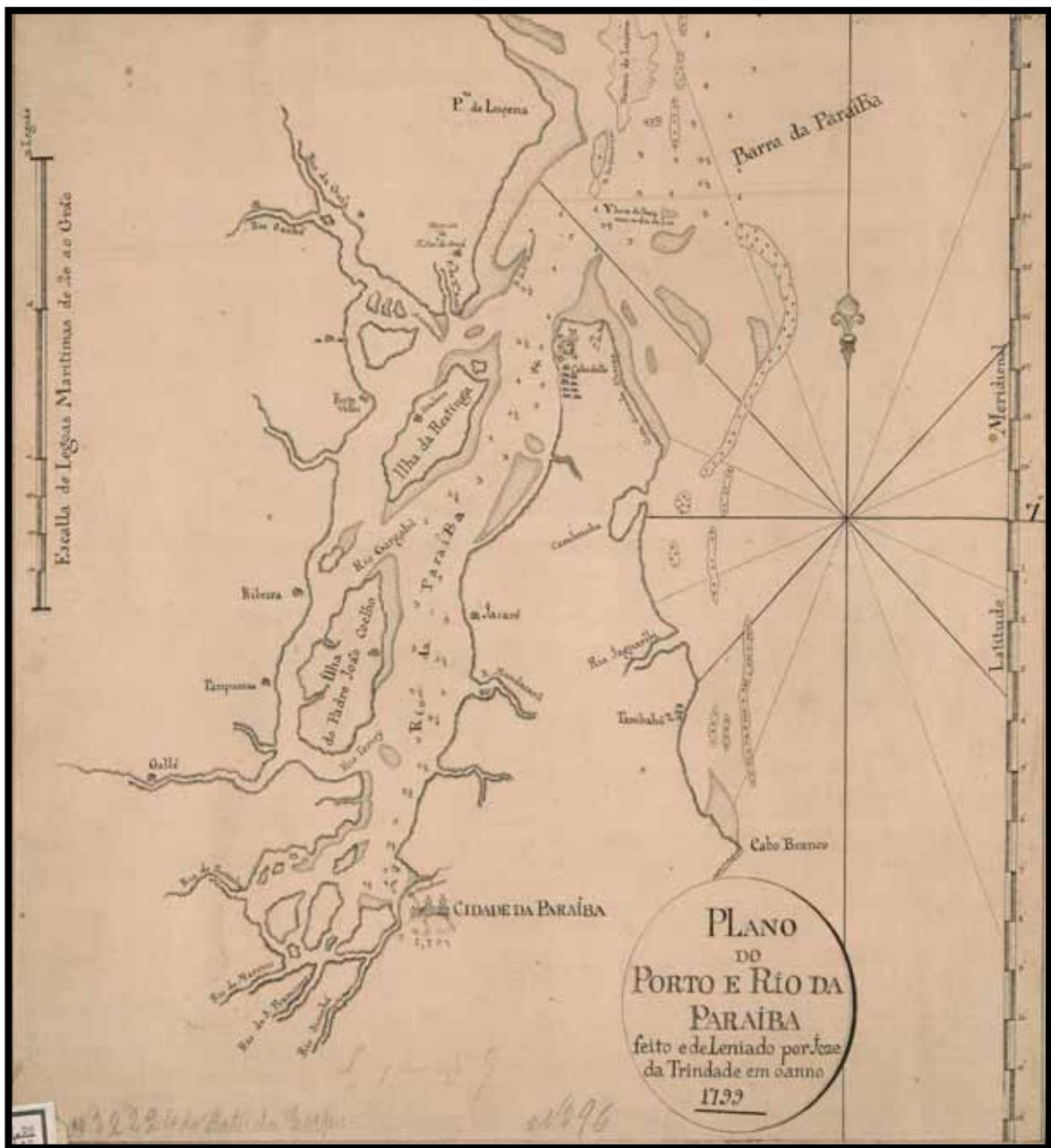
Nos séculos XVII, XVIII e XIX o que se vê é muito mais um adensamento das áreas até então ocupadas do que a ampliação espacial da cidade. Intensificando-se notadamente nos séculos XVII, XVIII a delimitação da cidade, em virtude da altimetria (figura 11). De um lado (oeste) a cidade baixa do outro (este) a cidade alta. Divisão que, apesar de permanecer sendo empregada hodiernamente, vem desde o século XIX, perdendo a acepção inicial.

Na cidade baixa, através do Porto do Capim, escoava a produção rural advinda, fundamentalmente, das planícies aluviais do rio Paraíba. A região do Vale do Paraíba, “no começo do século XVII [...] se encontrava povoada e possuidora de numerosos engenhos” (EGLER; MOREIRA, 1985, p. 16). A cidade alta, soerguida em sítio mais favorável, cujos terrenos planos dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros serviam de palco para as construções de maior envergadura tais como as destinadas às atividades religiosas e administrativas, além das residências da elite local.

As construções religiosas daquela época, compreendidas basicamente pelas pertinentes ao catolicismo, também foram extremamente beneficiadas pelos parâmetros ambientais. Conforme visto preliminarmente e incipientemente, a geomorfologia, representada, pelos topos dos Baixos Planaltos Costeiros enseja terrenos planos e pouco dissecados para servir de substrato às edificações, dentre as quais as igrejas, conventos, e afins. A geologia, por sua vez, denota uma coluna estratigráfica composta por uma formação constituída por calcários (Formação Gramame). Esta unidade litoestratigráfica, aflorante em certos trechos, forneceu matéria-prima abundante e de fácil extração para o adornamento daqueles prédios religiosos. Sobre o roncoiro crescimento da cidade nos séculos XVII, XVIII e XIX, Rodrigues (2002, p. 6) afirma que

os primeiros tempos da cidade de João Pessoa, nos mostra como o processo de urbanização foi lento. Aqui não seria demais acrescentar que a cidade da

FIGURA 11 - INCLUI A ÁREA ATUAL DE JOÃO PESSOA NA ÉPOCA COLONIAL - 1799



FONTE: TRINDADE, 1799.

NOTA: Mapa do período colonial com ênfase na hidrografia com fins náuticos. Embora essas sejam as principais características, o referido mapa traz diversas outras informações, tais como, os incipientes aglomerados urbanos, os fortões, a batimetria, os recifes, entre outras. Nesse sentido pode-se perceber a divisão da cidade em cidade baixa e cidade alta. A primeira é aqui representada pelo Varadouro, enquanto que a segunda é representada por uma colina onde estão representadas cartograficamente as edificações sacras que ainda hoje se apresentam eminentes. Outro aspecto facilmente observado é o pouco conhecimento das áreas situadas entre o rio Paraíba e o Oceano Atlântico, inclusive, no tocante à hidrografia.

Parahyba até a década de 1930 se restringia aos bairros de Jaguaripe, Tambiá e Torre [na realidade os bairros do Varadouro, Róger, Centro e Trincheiras, antecederam os bairros citados pela autora]. Os demais bairros surgiram posteriormente.

No século XX as atuações públicas foram decisivas para alavancar o progresso da Cidade de João Pessoa. A consolidação do adensamento no bairro do Centro só foi viabilizada com a conclusão da drenagem, no final da década de 1930, das áreas até então alagadiças das adjacências da atual lagoa do Parque Solon de Lucena ou, simplesmente Lagoa.

Outra significativa intervenção pública foi a construção da Avenida Epitácio Pessoa, unindo o centro da cidade aos bairros litorâneos de Cabo Branco e Tambaú. Embora iniciada em 1920 a referida avenida foi oficialmente concluída e instituída em 1952. Essa avenida teve papel relevante na reorganização espacial da cidade. Ainda no primeiro lustro de sua inauguração, exerceu forte fascínio na elite local. A elite pessoense, até aquele período localizada nos bairros do Centro, Trincheiras e Jaguaripe, especificamente ao longo da Rua das Trincheiras e da Avenida João Machado, transfere-se, paulatinamente para a Epitácio Pessoa. Nessa avenida se instalam nos bairros da Torre, dos Estados, Expedicionários, Tambauzinho, Pedro Gondim e Miramar. Contudo, a importância essencial da Avenida Epitácio Pessoa deve-se ao fato de ter sido o eixo basilar de ocupação do litoral pessoense, vaticinando o processo de litoralização neste município.

A aceleração da expansão urbana em João Pessoa continua sendo potencializada nos anos subsequentes em virtude de diversas outras intercessões públicas, notadamente da esfera federal. Apesar de este não ser o fórum adequado para a discussão desta temática, citar-se-ão mais algumas ações do poder público com o objetivo de exemplificar a assertiva anterior. Nessa perspectiva, as construções dos grandes conjuntos habitacionais, do *campus* da Universidade

Federal da Paraíba, do Distrito Industrial, do Anel Rodoviário, entre outros, impulsionaram o crescimento da cidade.

Diante deste sucinto cenário histórico, demonstrou-se, mesmo que incipientemente, como as unidades geomorfológicas da cidade de João Pessoa foram, cronologicamente, ocupadas. A ocupação das unidades geomorfológicas, assim como, as interferências desta ocupação nos processos geomorfológicos e seus respectivos impactos serão retomados de forma acessória nos capítulos 4 (Geomorfologia do Município de João Pessoa) e 5 (Resultados e Discussões).

## 2.2.2 Aspectos Sócio-Econômico-Culturais

Como visto previamente, a área em diligênciа coloca-se na mesorregião da Mata Paraibana, particularmente na microrregião de João Pessoa. Uma mesorregião homogênea, como identicamente uma microrregião, de acordo com que o nome sugere, reúne dentro de um determinado Estado, municípios que se caracterizam por certa homogeneidade, tanto em relação aos sistemas físico-biológicos (geossistemas), como, principalmente, em relação aos sistemas sócio-econômico-culturais. Nesse contexto, comentários generalizados, concernente tanto a microrregião de João Pessoa, quanto, por extensão, a mesorregião da Mata Paraibana são indispensáveis. Este expediente vem sendo e será utilizado, sempre que necessário, durante toda a preparação desta pesquisa.

Com fulcro nos dados divulgados pelo Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba - IDEME (2007), alguns dos quais retrabalhados por este autor, a mesorregião Mata Paraibana revela suas peculiaridades. Embora seja a menor das mesorregiões da Paraíba, com 5.232 km<sup>2</sup>, é a mais populosa (1.196.594 de habitantes) e a mais povoada (229 hab/km<sup>2</sup>) do Estado.

A partir de uma análise, mesmo que superficial, logo se percebe que o

panorama demográfico da mesorregião Mata Paraibana não é tão homogênea como, *a priori*, poderia parecer. Das quatro microrregiões que compõem a Mata Paraibana (Litoral Norte, Sapé, João Pessoa e Litoral Sul), João Pessoa é a microrregião mais populosa e mais povoada, não só da mesorregião Mata Paraibana, como do mesmo modo de todo o estado da Paraíba.

Por analogia, a situação da microrregião de João Pessoa é similar. Nesta unidade areal o município de João Pessoa, é o mais populoso e povoado. João Pessoa supera até mesmo Bayeux em termos de densidade demográfica. Sendo igualmente o município mais populoso e povoado da microrregião de João Pessoa, da mesorregião Mata Paraibana e de todo o estado da Paraíba.

Do exposto, fica patente a impetuosa pressão demográfica sobre o meio físico. Em nível de estado da Paraíba, os adensamentos populacionais mais intensos estão na mesorregião Mata Paraibana. Sendo que nessa mesorregião torna-se mais evidente na microrregião de João Pessoa, atingindo seu clímax no município de João Pessoa.

Entretanto, vale salientar que, em relação à densidade demográfica do município de João Pessoa estes valores refletem uma realidade simplificada. No bojo de tais esclarecimentos, é importante ressaltar que sua população apresenta uma distribuição espacial bastante irregular, concentrando-se em três grandes circunscrições, além de inúmeros focos. Esses significativos fragmentos correspondem, precipuamente, aos topo dos Baixos Planaltos Costeiros, no Alto Jaguaribe, sobretudo ao sul da BR 230, em altitudes médias de 30 a 50 metros, nos bairros do Cristo Redentor, Oitizeiro, Cruz das Armas e Varjão. Bem como, a oeste e sul do rio Laranjeiras, em altimetrias médias de 35 a 45 metros, nos bairros de Mangabeira e Valentina. Nas Planícies Costeiras, em cotas hipsométricas inferiores a 10 metros destacam-se as áreas ocupadas pelos bairros do Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Jardim Oceania e Bessa. Pontualmente, as maiores densidades ocorrem

nos seguintes bairros: São José, Grotão e Padre Zé.

Embora os bairros litorâneos, precedentemente individualizados, não possuam as maiores densidades do município, a tendência a médio e longo prazo é reverter esse quadro. A procura pelo litoral tem provocado um aumento populacional considerável, fazendo com que a taxa de crescimento desses bairros seja bem superior ao verificado em outros interioranos. Esses bairros vêm sendo favorecidos pelo processo de litoralização e de verticalização de suas edificações.

Em oposição a essas áreas, existem dois trechos bem representativos espacialmente que são despovoados e não estão contidos em nenhum bairro. Trata-se da Mata do Buraquinho e de uma área de manguezal, localizada no extremo nordeste do município.

A Mata do Buraquinho, encravada na porção central do município, conforme visto antecipadamente (ver seção 2.1.4 - Fitogeografia), contempla 515 hectares, dos quais uma parcela pertencente à Área de Preservação Permanente Mata do Buraquinho e a outra, mais significativa, pertence ao Jardim Botânico. A primeira unidade sob jurisdição federal e a segundo sob jurisdição estadual. O supramencionado manguezal, medrado sobre as planícies de marés do rio Paraíba, além de ser um ambiente inóspito para a expansão urbana é protegido legalmente por diversos diplomas legais, a exemplo do Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) e da Constituição Estadual da Paraíba promulgada em 5 de outubro de 1989.

Em termos de urbanização, aplica-se o mesmo raciocínio utilizado anteriormente na análise das populações absolutas e relativas. Nesse sentido, e apoiado nos dados do Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba - IDEME (2007), retrabalhados pelo autor, a mesorregião Mata Paraibana é a mais urbanizada do Estado, com 87,49% de população urbana. A microrregião de João Pessoa, com 97,32% de população urbana, é a mais urbanizada, tomando-se

por base o mesmo referencial. O município de João Pessoa tem 100% de sua população vivendo nas áreas urbanas.

É questionável a ausência de áreas rurais e, consequentemente, de população rural, no município de João Pessoa (figura 12). No entanto, desde o recenseamento de 1991 o referido município é, oficialmente, integralizado exclusivamente por áreas urbanas. Por esta razão a população economicamente ativa, praticamente não exerce atividades correlacionadas ao setor primário. Dedicase, moderadamente, ao setor secundário e, mormente, ao setor terciário.

Estas explanações são necessárias e imprescindíveis para uma melhor compreensão das interferências antrópicas sobre as unidades geomorfológicas, potencializando processos geológicos e geomorfológicos. E, por extensão, impactando todos os demais elementos componentes dos geossistemas.

FIGURA 12 - ATIVIDADES PRIMÁRIAS EM JOÃO PESSOA - 29 JAN 2003 e 07 AGO 2010

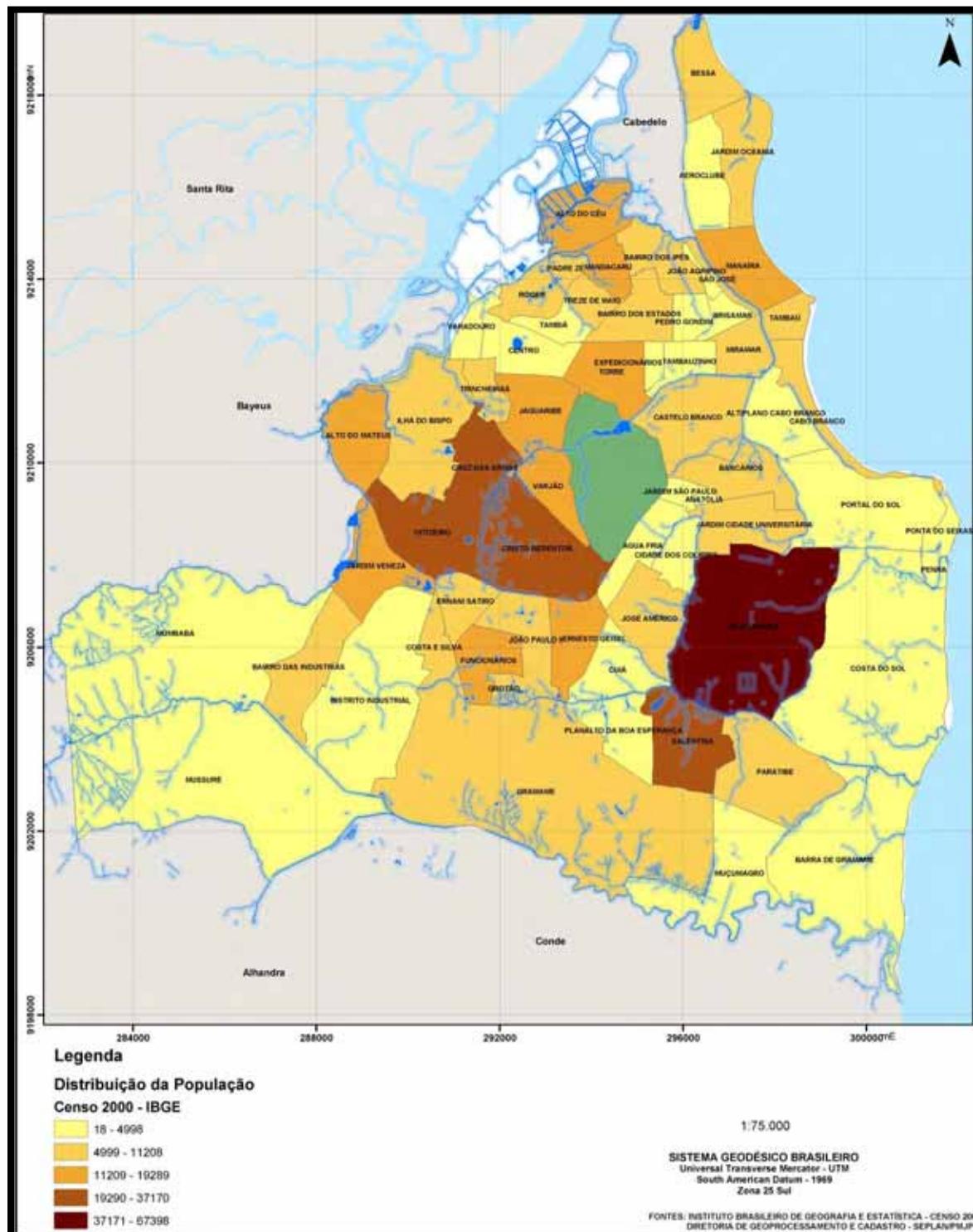


FONTE: O autor.

NOTA: Desde 1991, o IBGE enuncia que o município de João Pessoa é, tão somente, urbano. Porém, ainda hoje persistem atividades rurais. Na fotografia da esquerda (29 JAN 2003), atividades agropecuárias no bairro dos Bancários. No primeiro plano, bovinocultura. No segundo plano, resquício de um coqueiral. Na fotografia da direita (07 AGO 2010), criação de gado vacum no bairro de Mangabeira.

Consoante a esses pressupostos, urge a necessidade de um maior detalhamento de como os habitantes de João Pessoa se distribuem em seu respectivo

FIGURA 13 - DENSIDADE DEMOGRÁFICA DOS BAIRROS DE JOÃO PESSOA - 2000



FONTE: João Pessoa (Prefeitura Municipal), 2006, com adaptações realizadas pelo autor.

NOTA: Destaque para o bairro de Mangabeira que é o bairro mais populoso e povoado de João Pessoa. Alguns bairros, notadamente aqueles sobre a Planície Costeira, tendem a aumentar sua densidade demográfica, em virtude da intensa verticalização que vêm vivenciando nos últimos lustros.

território. A disposição da população por bairros (figura 13), além de facilitar o entendimento das constatações realizadas doravante, permite uma primeira e incipiente visualização da maneira pela qual a população de João Pessoa se organiza espacialmente.

Todavia, a forma como dá-se essa repartição sobre as unidades geomorfológicas e como aquelas interferem nos processos geológicos e geomorfológicos são de suma importância. Nessa perspectiva, algumas avaliações serão efetuadas, mesmo que incipientemente, nos capítulos 4 (Geomorfologia do Município de João Pessoa) e 5 (Resultados e Discussões).

### 3 PALEOGEOGRAFIA E GEOLOGIA DA BACIA DA PARAÍBA

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A geologia do município de João Pessoa é mais satisfatoriamente elucidada dentro de um contexto mais amplo, tanto do ponto de vista espacial quanto temporal. O arcabouço geológico regional será analisado a seguir, precípua mente, em termos litológicos, sedimentológicos e estratigráficos, com ênfase neste último. Assim como, uma breve história geológica da Bacia Sedimentar na qual o município se insere torna-se necessária. Esses aspectos serão abordados, não necessariamente nesta ordem, e serão intercalados por algumas outras considerações correlativas. Essas observações objetivam apresentar um panorama sucinto sem, contudo, suprir os fatos de maior envergadura.

Nessa perspectiva, no estado da Paraíba é notório o domínio espacial das rochas cristalinas, notadamente as metamórficas. Entretanto, na área em estudo, o cenário litológico é diferente. Ela se encontra exclusivamente em terrenos sedimentares, não havendo quaisquer afloramentos de rochas magmáticas ou metamórficas. Os terrenos sedimentares estendem-se por toda o segmento leste da Paraíba, extrapolando seus limites meridionais e setentrionais. Nesse sentido, ponderações generalizadas a respeito desta área sedimentar, a propósito de sua origem, evolução, classificação, extensão, entre outros parâmetros constituem etapas iniciais e essenciais para uma melhor compreensão geológica e, por conseguinte, geomorfológica, do espaço em exame.

Desse modo, a faixa latitudinal de sedimentos costeiros, que abrange parcialmente os estados de Pernambuco e da Paraíba, prolongando-se pela costa oriental do estado do Rio Grande do Norte foi objeto de inúmeras avaliações executadas basicamente por pesquisadores ligados a instituições públicas locais dos

Estados explicitados. No âmbito nacional, ainda são diminutos os documentos que versam sobre a geologia dessa área. No Brasil, a clássica obra *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares* coordenadas por Gabaglia e Milani (1990) dedicam um capítulo específico para a Bacia Sergipe-Alagoas e outro para a Bacia Potiguar. Para a área em apreciação, localizada entre as duas supraditas citadas bacias, existem parcas contemplações na referida publicação. O capítulo que relata as bacias marginais do leste brasileiro da lavra de Chang; Kowsmann; Figueiredo (1990), intitulado *Novos Conceitos sobre o Desenvolvimento das Bacias Marginais do Leste Brasileiro* não faz nenhum registro da bacia composta pelos sedimentos costeiros de Pernambuco e da Paraíba e da costa oriental do Rio Grande do Norte.

É evidente que esse desinteresse pelos sedimentos costeiros de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte (exceção da Bacia Potiguar) não se restringe aos exemplos anteriormente expostos. Essa realidade vem chamando a atenção de certos especialistas, há um bom tempo.

O pequeno interesse despertado pela Bacia Pernambuco/Paraíba no que se relaciona a hidrocarbonetos, em comparação com outras áreas da margem continental brasileira, fez com que ela fosse, até o presente, objeto de poucos trabalhos geológicos e geofísicos por parte da PETROBRAS. (ASMUS; CARVALHO, 1978, p. 9).

Guazelli e Carvalho (1981, p. 134) corroboram com esta constatação. Para Mabesoone (1991a, p. 19-20), esse desinteresse deve-se ao delgado preenchimento sedimentar e do mesmo jeito por, até aquele momento, não ter sido achado hidrocarbonetos nesse setor. Sendo aqui oportuno ressaltar que, via de regra, o delgado preenchimento sedimentar implica privação ou reduzida quantidade de hidrocarbonetos, pelo menos no estado da arte. A mesma linha de raciocínio de Asmus e Carvalho (1978), Guazelli e Carvalho (1981, p. 134) e de Mabesoone (1991a) foi advogada por outros autores, a exemplo de Barbosa (2004, f. 31 e 32).

As bacias sedimentares brasileiras, que são objeto de exploração de

hidrocarbonetos têm sua evolução tectônico-estrutural conhecida em detalhes. Os métodos diretos (poços) e indiretos (eletrorresistividade, gravimetria, sísmicos, entre outros) de investigação geológica, requeridos na prospecção e exploração de hidrocarbonetos, possibilitam também informações pormenorizadas não só das sequências estratigráficas como igualmente dos respectivos embasamentos dessas bacias.

Se o desinteresse pelos sedimentos costeiros de Pernambuco, da Paraíba e da porção oriental do Rio Grande do Norte é notório, a situação é mais crítica quando se refere aos conhecimentos em *offshore*. Nessas áreas as apreciações são bem mais exíguas e recentes. Tal quadro deve-se, principalmente, à ausência de poços exploratórios de hidrocarbonetos.

Não obstante, as interpretações levadas a cabo pelos profissionais vinculados a estabelecimentos públicos locais vêm sendo continuamente realizadas, sobretudo pela comunidade geocientífica de Pernambuco. Apenas recentemente, despertou forte avidez da comunidade norte-rio-grandense. Porém, os diagnósticos elaborados na Paraíba prosseguem escassos. O empenho de técnicos atuantes fora do eixo Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte permanecem incipientes, embora, promissores.

Nessa trajetória, o crescente avanço das discussões resultou em múltiplas propostas, objetivando, entre outros, designar, classificar e subdividir este perímetro sedimentar, assim como, melhor entender sua origem e evolução. Portanto, o progressivo número de informações fez com que alguns compêndios se tornassem obsoletos, apesar de serem frequentemente utilizados nos dias hodiernos. Outros se mostram excessivamente generalistas. Há aqueles que se limitam à compilação, não apresentando sequer um posicionamento crítico frente às informações mencionadas. Por questão de ética e pelo fato de não ser este o fórum competente para analisar esses assuntos, não houve exemplificação e enquadramento de nenhum texto, nas

categorias previamente apontadas.

É ainda comum, deparar-se com a existência de dados extremamente díspares. Em suma, as contradições de informações são usuais, tal como são as faltas de exatidão. Essa problemática voltará a ser abordada, mesmo que superficialmente, na ocasião adequada, no transcorrer destas reflexões.

O segmento sedimentar costeiro dos estados de Pernambuco e da Paraíba e da costa oriental do estado do Rio Grande do Norte fez com que esta área fosse chamada de várias formas. Nessa perspectiva, determinados autores, optam por nomear o alongado trecho latitudinal de sedimentos, onde a área objeto deste estudo se insere, de Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte ou simplesmente Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco - Paraíba (MABESOONE; ALHEIROS, 1988, p. 477). Outros, a exemplo de Mabesoone e Alheiros (1993), Mabesoone (1996), intitulam de Bacia Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte, ou singelamente Bacia Pernambuco - Paraíba (MABESOONE; ALHEIROS, 1988, p. 478 e p. 481), (MABESOONE *et al.*, 1991b, p. 177), (ALMEIDA *et al.*, 2005, p. 168), (GUAZELLI; CARVALHO, 1981, p. 134). Além dessas há outras designações, tais como: Bacia Recife-João Pessoa (ASMUS; PORTO, 1972, p. 68 e 70), (ASMUS, 1975, p. 161), (PONTE; ASMUS, 2004, p. 403), Bacias do Saliente Oriental (NEVES, 1983, f. 145), (NEVES *et al.*, 2004, p. 129), Bacia Costeira Pernambuco - Paraíba (FEITOSA; FEITOSA, 1986, p. 71), Bacia Costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte (FEITOSA; FEITOSA; LIRA, 2002) Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte (MABESOONE; ALHEIROS, 1991, p. 33), (MABESOONE, 1996, p. 81), entre outras denominações.

É propício ressaltar que nem sempre a adoção da mesma terminologia, representa a mesma área geográfica. A Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte na concepção de Mabesoone e Alheiros (1991)

contempla uma área mais restrita se comparada à mesma Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte de Mabesoone (1996). Assim como, a aplicação de terminologias diferentes, em alguns casos, retrata a mesma área geográfica. Nesse encadeamento coerente dos esclarecimentos, a dimensão espacial desta Bacia, na ótica de Mabesoone e Alheiros (1991) e de Mabesoone (1996) será objeto de considerações no desenvolver deste item.

A zona sedimentar costeira dos estados de Pernambuco e da Paraíba, conjuntamente com a sedimentar costeira oriental do estado do Rio Grande do Norte foi denominada por Neves (1983, f. 145), como assinalado anteriormente, de Bacias do Saliente Oriental. Para o alegado cientista, o limite sul é o alto de Maragogi-Barreiros, enquanto o limite norte é o alto de Touros. Na tentativa de melhor individualizar esta fração sedimentar, reduzindo o grau de generalização, Neves (1983, f. 146 e 147) distinguiu três sub-bacias, que foram demarcadas consoante os acidentes estruturais do embasamento, sua reativação no Cretáceo, e sua repercussão direta na evolução litoestratigráfica.

Nesse sentido, as sub-bacias identificadas, delineadas e caracterizadas, aqui exaradas na direção sul-norte, são: Sul do Recife, Central e Norte. A Sub-Bacia Sul do Recife baliza-se ao sul com o Alto de Maragogi-Barreiros (AL-PE) e ao norte com o Lineamento Pernambuco (PE). A Sub-Bacia Central, também denominada pelo pesquisador em tela de Sub-Bacia Recife-João Pessoa tem no Lineamento Pernambuco (PE) e na Falha de Mamanguape (PB) os seus confins meridionais e setentrionais, respectivamente. E, finalmente, a Sub-Bacia Norte tem como divisa sul a Falha de Mamanguape (PB), enquanto que sua divisa norte é o Alto de Touros (RN).

É oportuno observar que Mabesoone *et al.* (1991b, p. 177) afirmam que a área em questão é conhecida como Bacia Pernambuco-Paraíba ou, ratificando a opinião aduzida por Cordani *et al.* (1984), “Bacias” do Saliente Oriental

Nordestino. Declara, outrossim, que a nomenclatura utilizada por Cordani *et al.* (1984) é “talvez [...] o que melhor represente a verdadeira situação”. Dois pontos chamam atenção nestes comentários. O primeiro é o fato de Cordani *et al.* (1984) terem se amparado em Neves (1983), que já elegera a designação Bacias do Saliente Oriental. O segundo repousa no fato de Mabesoone *et al.* (1991b, p. 177) reconhecerem que o termo Bacias do Saliente Oriental é o que melhor revela a verdadeira condição, inclusive a geográfica. Apesar disso, na vasta bibliografia de Jannes Markus Mabesoone, pelo menos nas consultadas para subsidiar esta explanação, em nenhuma delas o aludido estudioso usou ou defendeu veementemente o emprego do termo Bacias do Saliente Oriental, exceto, palidamente, na obra precedentemente referenciada.

Desse modo, alicerçado nas Sub-Bacias Sul do Recife, Central e Norte, conforme já discutida e analisada, o município de João Pessoa encontra-se totalmente inserido na Sub-Bacia Central ou Sub-Bacia Recife-João Pessoa. Entretanto, não será esta a proposta norteadora deste trabalho. Outras propostas, parcialmente consagradas na literatura geocientífica, serão abordadas na sequência.

Nessa acepção, e igualmente objetivando especializar a região costeira de Pernambuco e da Paraíba, e a região costeira oriental do Rio Grande do Norte, litologicamente constituída de rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados, Mabesoone e Alheiros (1988, p. 477) admitiram cinco sub-bacias. As referidas sub-bacias foram singularizadas e delimitadas com apoio, primordialmente, nas mais conspícuas estruturas tectônicas e nas peculiaridades litológicas do embasamento cristalino. As sub-bacias particularizadas pelos autores em exame, de sul para norte, são cinco: Cabo, Olinda, Alhandra, Canguaretama e Natal. Estas sub-bacias teriam como circunscrições o Lineamento Pernambuco ou Floresta (limite entre as Sub-Bacias do Cabo e Olinda), Falha de Goiana (limite entre as Sub-Bacias Olinda e Alhandra), Lineamento Paraíba ou Patos (limite entre as Sub-Bacias de Alhandra e

Canguaretama) e a Falha de Cacerengo (limite entre as Sub-Bacias de Canguaretama e Natal). Dando prosseguimento as perspectivas advogadas pelos pesquisadores supracitados, o confim meridional do setor sedimentar costeiro dos estados de Pernambuco e da Paraíba e que se expande pela costa oriental do estado do Rio Grande do Norte é o Alto de Maragogi-Barreiros, enquanto a fronteira setentrional é a Falha de Ceará-Mirim.

Isto posto, Mabesoone e Alheiros (1988, p. 481) concluíram que as Sub-Bacias Cabo, Olinda, Alhandra e proximidades sul de Canguaretama, com uma sedimentação em duas faces principais, entre o Aptiano e o Eoceno Inferior, integram a Bacia Pernambuco-Paraíba. Enquanto as Sub-Bacias Natal e adjacências norte de Canguaretama, de idade mais recente, constituem uma extensão da Bacia Potiguar.

Todavia, esses mesmos autores fundamentados precipuamente na Teoria das Teclas de Fortes (1986) chegaram à conclusão de que a divisão originalmente proposta por Mabesoone e Alheiros, (1988) urgia ser revisada. Para Fortes (1986), cada tecla corresponde a uma sub-bacia. Com fulcro notadamente nesse pressuposto, Mabesoone e Alheiros (1991, p. 41 e 42), asseveram que

No que se refere ao trecho entre o vale do Camaratuba e Recife, em concordância com as idéias sobre as teclas, devem existir sub-bacias: Miriri, proposta aqui e anteriormente chamada de parte sul da sub-bacia Canguaretama, entre as Falhas de Pipirituba [Pipirituba] e de Itabaiana-Pilar; Alhandra, entre as Falhas de Itabaiana-Pilar e de Goiana; e Olinda, entre a Falha de Goiana e o Lineamento Pernambuco [...]. Com base nesse comportamento estrutural, podemos afirmar que as sub-bacias Natal e Canguaretama continuam fazendo parte da Plataforma Leste da Bacia Potiguar. A sub-bacia Cabo pertence ainda à Bacia Sergipe-Alagoas. E, as sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda, formariam estratigraficamente, uma bacia independente, a verdadeira Bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba.

Essa nova proposta de classificação de Mabesoone e Alheiros (1991), difere em relação à formulação passada (MABESOONE; ALHEIROS, 1988) em pelo menos dois importantes aspectos, que merecem ser destacados. A primeira diz

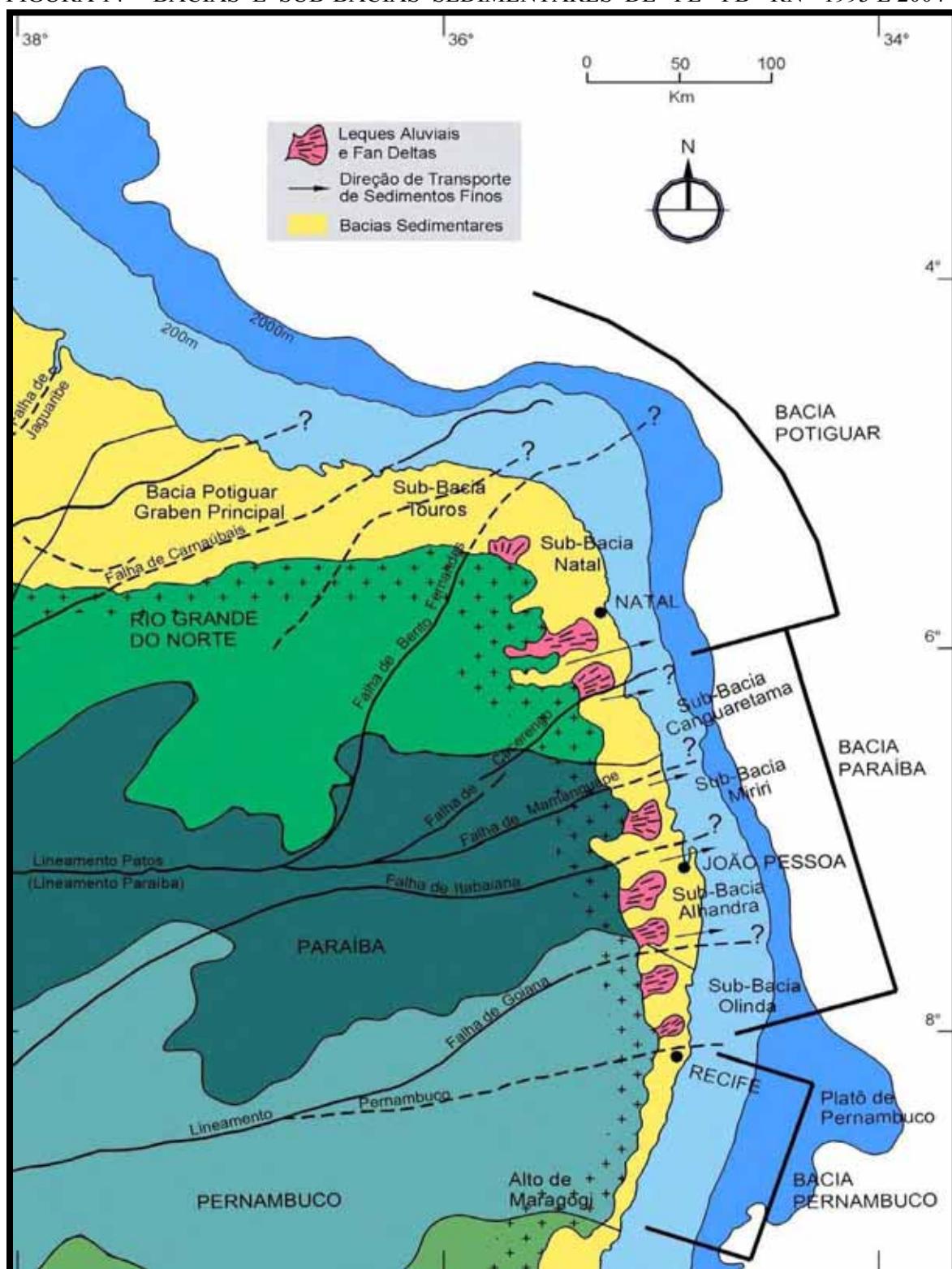
respeito à exclusão da Sub-Bacia Cabo da Bacia Pernambuco-Paraíba e sua inclusão na Bacia Sergipe-Alagoas. A segunda se refere à divisão da Sub-Bacia de Canguaretama em duas, servindo de marco entre elas a Falha de Pirpirituba. A porção ao norte desta falha continuou a se chamar de Sub-Bacia de Canguaretama, enquanto a porção sul passou a ser intitulada de Sub-Bacia Miriri.

Mabesoone e Alheiros (1993) revendo as classificações antecedentemente expostas apresentaram uma nova proposta de classificação que pode ser visualizada no mapa de localização das bacias e sub-bacias sedimentares de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte (figura 14). Aqui a parcela sul da Sub-Bacia Canguaretama (MABESOONE; ALHEIROS, 1988, p. 481) passa a denominar-se de Sub-Bacia Miriri. A Sub-Bacia Cabo para Mabesoone e Alheiros (1991, p. 41 e 42), estaria ainda encerrada na Bacia Sergipe-Alagoas, sustentação que começa a ser amplamente questionada.

Nessa perspectiva, concorde demonstrado de antemão, para Mabesoone e Alheiros (1988, p. 481), a Sub-Bacia Cabo que pertenceria à Bacia Pernambuco-Paraíba passa a compreender, segundo Mabesoone e Alheiros (1991, p.42), a Bacia Sergipe-Alagoas. Diante das peculiaridades evolutivas, geocronológicas, estruturais, tectônicas, estratigráficas, entre outras, identificadas na Sub-Bacia Cabo, tornou-se inviável, cientificamente, seu enquadramento, seja na Bacia Pernambuco-Paraíba, seja na Bacia Sergipe-Alagoas. Essas constatações levaram Lima Filho (1998) a concluir pela elevação do *status* da Sub-Bacia Cabo, que passaria a se chamar de Bacia de Pernambuco.

Portanto, a faixa sedimentar costeira dos estados de Pernambuco e da Paraíba e a faixa sedimentar costeira oriental do estado do Rio Grande do Norte é composta, de sul para norte, pela Bacia de Pernambuco, Bacia da Paraíba e pelas controvertidas Sub-Bacia de Canguaretama e de Natal. As Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal são consideradas por Mabesoone e Alheiros (1991, p. 42)

FIGURA 14 - BACIAS E SUB-BACIAS SEDIMENTARES DE PE - PB - RN - 1993 E 2004



FONTE: MABESOONE e ALHEIROS (1993), com modificações visuais realizadas por BARBOSA (2004, p. 32).

NOTA: Comentários no texto. (ver seção 3.1 - Introdução).

como integrantes da Plataforma Leste da Bacia Potiguar.

É evidente que existem várias depreensões sobre a amplitude geográfica da Bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande Norte. O próprio Mabesoone (1996), no decorrer de um lustro, manifesta uma percepção bem dissímil daquelas apresentadas anteriormente. Desta forma, afirma que devido às afinidades litológicas com o segmento mais meridional, a Plataforma Leste ou de Touros faz parte da Bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande Norte. E prossegue certificando que

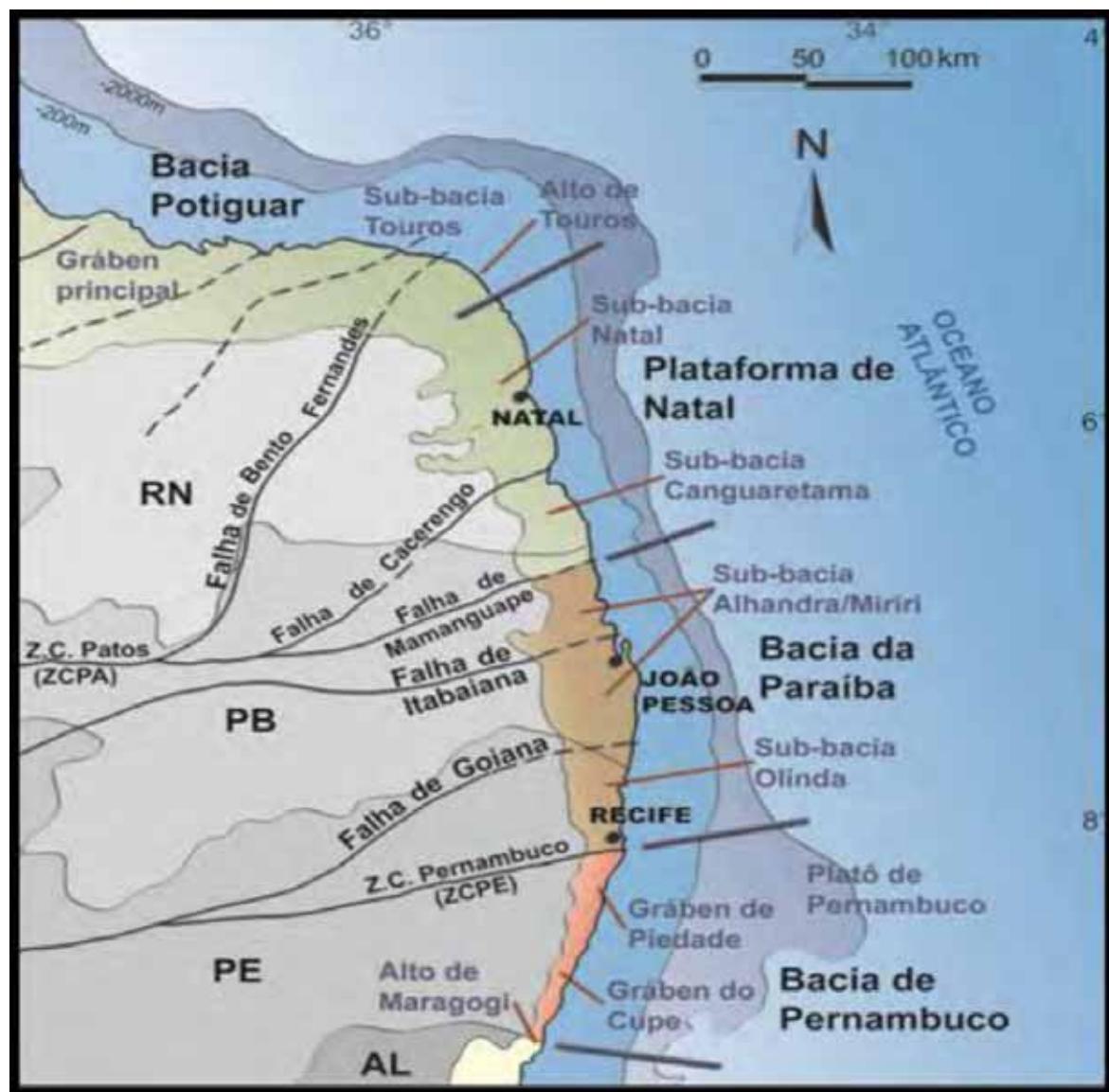
A faixa é cortada por falhas W-E e SW-NE, dividindo a área em sub-bacias, aquelas de Olinda, Alhandra, Miriri, Canguaretama [Canguaretama], Natal, Touros e Lajes. Em cada uma dessas sub-bacias a profundidade do seu embasamento é diferente. (MABESOONE, 1996, p. 81).

Diante do exposto, a Bacia da Paraíba será aqui delimitada sob dois aspectos: *stricto sensu* e *lato sensu*. *Stricto sensu*, subdivide-se em: Olinda, Alhandra e Miriri (figura 15). *Lato sensu* contempla, como visto, além das sub-bacias mencionadas, as Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal. Nesta última concepção, as Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal constituem o prolongamento da Bacia da Paraíba. Portanto, as ponderações que se sucedem acerca da Bacia da Paraíba serão sempre em *stricto sensu*, exceto quando houver alguma menção em contrário, expressa formalmente. Tal fato se justifica por causa da tendência, hodierna, em não mais conceber as Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal como áreas de influência da Bacia da Paraíba e sim da Bacia Potiguar. Ou ainda, atestar as Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal com uma área de transição entre a Bacia da Paraíba e a Bacia Potiguar, constituindo a Plataforma de Natal (figura 15).

Nesse sentido, a área, objeto deste estudo, localiza-se na Sub-Bacia Alhandra. Essa, por sua vez, pertence à Bacia da Paraíba. As elucidações a seguir resumem-se às especificidades da Bacia da Paraíba. Eventuais explicações acerca da Bacia de Pernambuco e das Sub-Bacias de Canguaretama e de Natal serão

realizadas, objetivando uma melhor compreensão da Bacia da Paraíba, com prevalência para a Sub-Bacia Alhandra.

FIGURA 15 - BACIA DA PARAÍBA E SUB-BACIAS NO CONTEXTO REGIONAL - 2006



FONTE: BARBOSA e LIMA FILHO (2006, p. 289)

NOTA: Circunscrição da Bacia da Paraíba com as subdivisões (Olinda, Alhandra e Miriri) conforme a classificação adotada nesta tese.

Uma vez concluídas estas apreciações preliminares, mormente em termos de limites e de subdivisão da Bacia da Paraíba, passa-se para a análise de sua

história geológica. A evolução geológica da Bacia da Paraíba é discutida, antecendentemente em um prisma mais abrangente, no âmbito das bacias sedimentares. Posteriormente, as observações seguirão uma orientação específica e verticalizada, atendo-se às peculiaridades presentes na referida Bacia.

Indo ao encalço desses encaminhamentos metodológicos, as classificações das bacias sedimentares podem ser baseadas em diversos critérios, a exemplo da idade dos sedimentos, da localização em concernência aos escudos, do processo genético, entre outros. O critério preponderante até aproximadamente o término da década de 1960 teve como suporte a geocronologia dos episódios sedimentares. Com fulcro neste princípio as bacias sedimentares foram acomodadas em dois grandes grupos: paleozoicas e pós-paleozoicas ou mesozoicas-cenozoicas. Com o advento da Tectônica Global, solidificada no início da década de 1970, as bacias sedimentares passam a ser ordenadas, principalmente, em virtude de sua criação e de suas consecutivas e gradativas modificações. Os trabalhos de Estrella (1972) e Asmus e Porto (1972) foram pioneiros, no Brasil, ao classificarem as bacias sedimentares dentro da perspectiva da Tectônica Global.

Pelo aludido critério da datação dos sedimentos, a Bacia da Paraíba é pós-paleozoica ou mesozoica-cenozoica. Quanto à posição em relação aos escudos, classifica-se como marginal. E, quanto à origem e as ulteriores transformações, as considerações seguintes surgem como imperativas, pois o enquadramento da até então denominada Bacia Pernambuco-Paraíba (hodiernamente dividida em Bacia de Pernambuco e Bacia da Paraíba) em certa classe, nem sempre foi consensual na literatura geológica.

Dentro desta conjuntura e em consequência da “crescente preocupação em situar as bacias sedimentares dentro de uma ótica mais evolutiva” (GABAGLIA; FIGUEIREDO, 1990, p. 37), elegeu-se a classificação de Klemme (1980). Essa classificação foi aperfeiçoada, sobretudo ao longo da década de 1970, sendo

amplamente divulgada em múltiplas obras de autoria de seu idealizador e que pode ser sintetizada na publicação, acima exarada, razão pela qual alguns outros artigos consultados, parcialmente ou na totalidade não foram referenciados.

Nessa linha de concatenação, as bacias sedimentares foram classificadas em oito categorias. Fundamentado nestas, Asmus e Porto (1972, p. 70), Asmus e Ponte (1973) e Brito (2001, p. 99) classificam a outrora Bacia de Pernambuco-Paraíba como sendo do tipo V. Esta classe equivale

a fase final das bacias do Tipo III (rifte), que foram separadas por distâncias oceânicas [...], sendo difícil determinar a taxa de espalhamento e a época de sua passagem para o Tipo V [...]. Acredita-se que sua gênese esteja ligada à presença de um estágio inicial rifte, ao qual se segue a introdução de material básico, com a formação de um eixo de espalhamento de fundo oceânico. (GABAGLIA; FIGUEIREDO, 1990, p. 37).

Fica patente a semelhança entre as entre as bacias do Tipo III (rifte) e as bacias do Tipo V (*pull-apart*), motivo que concorre para tornar a classificação de Klemme (1980) bastante dinâmica. Desse modo, uma bacia, ao longo de sua existência, pode ser enquadrada no Tipo III (rifte) em suas fases precedentes e no Tipo V (*pull-apart*) em suas fases subsequentes.

Significativos pesquisadores desenvolveram, notadamente a partir da consolidação da Tectônica de Placas, modelos evolutivos para a até então Bacia Pernambuco-Paraíba e suas congêneres da margem leste brasileira. Esses esquemas teóricos, em sua expressiva maioria não levaram em conta as diferenças, tectônicas, estratigráficas, entre outras, das bacias de Pernambuco e da Paraíba. Em vista disso, são modelos extremamente generalistas, que exibem um pseudo quadro de homogeneidade para os distintos eventos geológicos que ocorreram nestas Bacias. Em que pese a grande aceitação desses modelos, inclusive nos dias hodiernos, eles se revelam insuficientes, no estado da arte, para um conhecimento mais aprofundado da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba.

Nessa óptica, os comentários de Asmus e Carvalho (1978), por serem

pioneiros e terem uma excelente aceitação nos meios geocientíficos, embora não sejam os únicos, são bem representativos desse cenário. Esses cientistas defendem um modelo evolutivo, alicerçado em rampa estrutural.

Para Mabesoone e Alheiros (1988, p. 480) “a norte do Lineamento Pernambuco não há mais sinais de rifteamento, sendo a bacia sedimentar apenas homoclinal”. E, neste contexto, também afirmam que

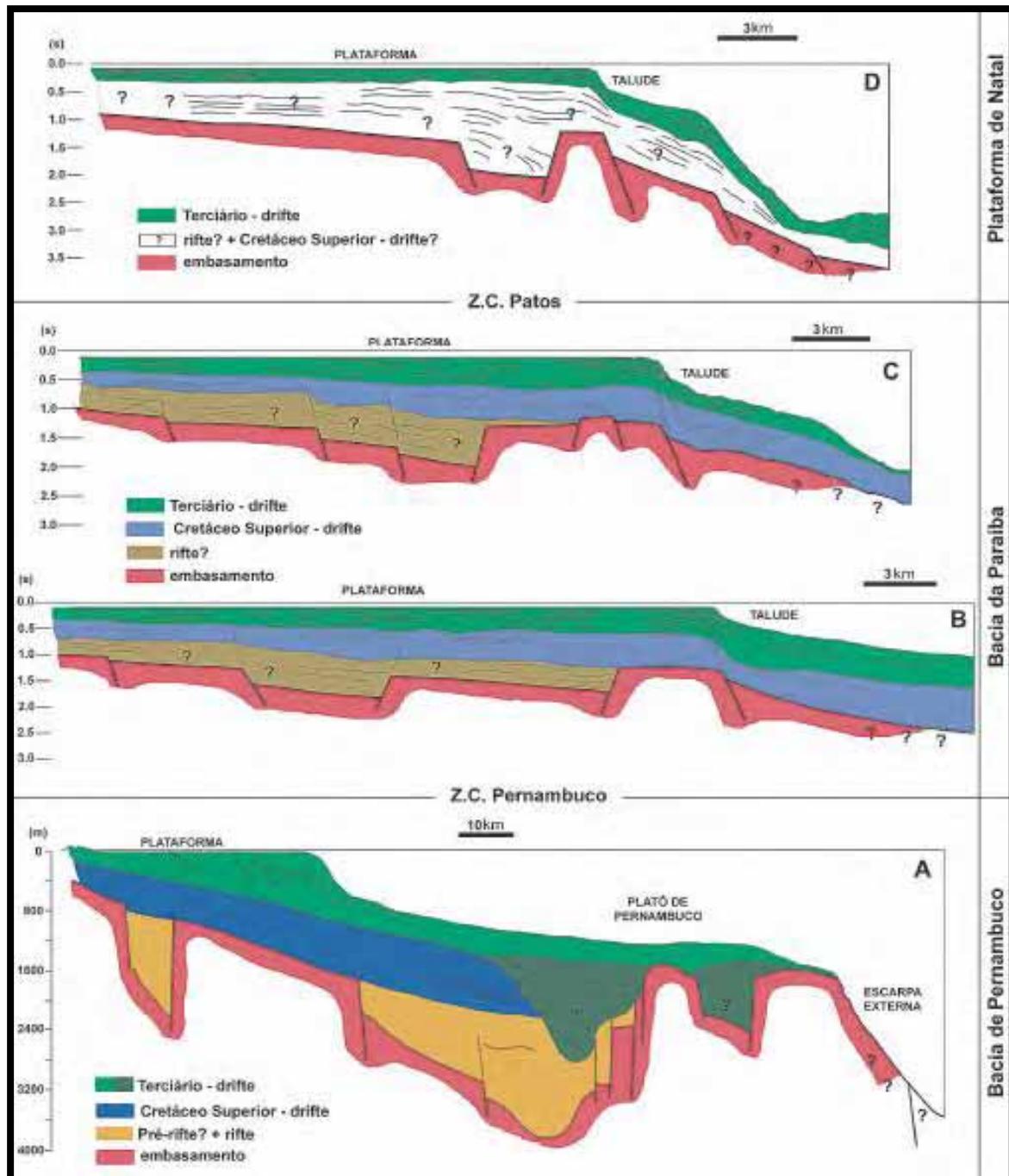
Pelos dados atualmente disponíveis, principalmente pelo mapa gravimétrico, a Bacia Pernambuco-Paraíba, excetuando a Sub-Bacia Cabo [designada neste trabalho de Bacia Pernambuco], mostra-se como um homoclinal ao longo de toda a sua extensão desde o contato com o embasamento cristalino até a plataforma submersa. [...]. Apenas na região de Cabo, esse homoclinal é truncado por um gráben alongado de direção NNE (o chamado Gráben de Cupe ou Cabo). (MABESOONE; ALHEIROS, 1988, p. 479).

Esta mesma linha de raciocínio é igualmente advogada por diversos outros autores. Nessa trajetória, Barbosa *et al.* (2003), ao estudar a Estratigrafia da Bacia da Paraíba conclui assegurando que “de uma forma geral a bacia se comporta como uma rampa suave homoclinal de blocos falhados” (BARBOSA *et al.*, 2003, p. 105).

Entretanto, na realidade não é bem assim. Há evidências de rifteamento incipiente na Bacia da Paraíba, mais precisamente na extremidade meridional da Sub-Bacia Olinda, portanto ao norte do Lineamento Pernambuco. O Rifte do Cupe estende-se além (sentido norte) do Lineamento Pernambuco. Alcança as latitudes do município pernambucano da Ilha de Itamaracá, localizado na microrregião homônima, na mesorregião Metropolitana de Recife. Essa estrutura, resultante da tectônica extensional, foi impossibilitada de estender-se para latitudes inferiores às de Itamaracá, segundo Lima Filho, Barbosa e Souza (2006, p. 120), em virtude da considerável espessura crustal. Em decorrência desta peculiaridade o rifte foi abortado.

É bem verdade que esse rifteamento encontra-se em águas rasas desta Bacia. E é por isto que Almeida *et al.* (2005, p. 168), ao referirem-se a Sub-Bacia de

FIGURA 16 - PERFIS DA BACIA DA PARAÍBA E DAS BACIAS CIRCUNVIZINHAS - 2006



FONTE: BARBOSA e LIMA FILHO (2006, p. 300).

NOTA: A análise desses perfis das plataformas das Bacias (de Pernambuco, da Paraíba e Plataforma de Natal) corrobora para o enquadramento da Bacia de Pernambuco no modelo de rifte enquanto que a Bacia Paraíba emoldura-se mais confortavelmente no modelo de rampa distalmente inclinada com talude (*distally steepened ramp*). A profundidade em A, está representada em metros (m), em B, C e D, em segundos (s). As inferências dos comportamentos das Linhas B, C e D foram realizadas por interpretação feita por BARBOSA e LIMA FILHO (2006), a partir de dados Leplac e *spec.*

Pernambuco, esclarece que esta “apresenta, em terra, as exposições mais setentrionais do rifte da margem leste”. Sendo oportuno ressaltar que a terminologia Sub-Bacia de Pernambuco, usada por Almeida *et al.* (2005) é equivalente a Bacia de Pernambuco, aqui empregada.

Consoante com as verificações realizadas por Mabesoone (1996) para o que chamou, delineou e individualizou de Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte, infere-se que a Bacia da Paraíba é um *relay ramp*.

Como limites da bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande Norte são considerados o Lineamento Pernambuco ao sul, e o sistema de falhas Carnaubais ao norte (...) Exclui-se, assim, a Bacia Cabo ao sul do Recife que representa a parte mais setentrional da Bacia Sergipe-Alagoas. Inclui-se, contudo, a chamada Plataforma Leste ou de Touros, da Bacia Potiguar, devido às suas afinidades litológicas e tectônicas com a faixa mais ao sul. A bacia aqui considerada não mostra processos de rifteamento, pela não existência de uma zona falhada entre a mesma e o embasamento cristalino no lado continental. Trata-se, de fato, de um **relay ramp** com zonas de transferência. (MABESOONE, 1996, p. 81).

Em síntese, a atual Bacia de Pernambuco se enquadra perfeitamente numa bacia tipo rifte, o mesmo não se pode dizer da Bacia da Paraíba que, por sua vez, muito difere de uma bacia tipo rifte e muito se aproxima de um modelo de rampa homoclinal. Todavia, hodiernamente, é mais preciso cientificamente enquadrá-la como sendo uma rampa distalmente inclinada com talude (*distally steepened ramp*) (figura 16) em que pese as observações anteriormente relatadas.

### 3.2 ORIGEM E EVOLUÇÃO

Os primeiros acontecimentos geológicos precursores da edificação tanto da Bacia de Pernambuco como da Bacia da Paraíba, começaram incipientemente no final do Pré-Cambriano, mais precisamente na Era Neo-Proterozoica do Eon Proterozoico, quando ocorreram vários episódios tectônicos pertencentes ao Ciclo Brasiliano. A partir do Pré-Cambriano, o desenvolvimento das aludidas Bacias foi

contínuo. Na Era Paleozoica a Gondwana é intensamente arqueada. Na Era Mesozoica, mais precisamente nos Períodos Triássico e Jurássico, formaram-se depressões periféricas, relacionadas àqueles arqueamentos. No Jurássico, a disjunção das Placas Sul-Americana e Africana alcançava a porção setentrional da Bacia de Pelotas.

Para alguns autores, a exemplo de Asmus (1975, p. 171) e de Brito (1987, p. 162), a separação dos continentes sul-americano e africano deu-se no Cretáceo Inferior, por volta de 130 a 125 milhões de anos. Para outros, a apartação desses continentes é bem mais recente e data do Cretáceo Superior. Precisar em que série/época ou identicamente em que estágio/idade houve a ruptura definitiva é tema bastante polêmico na literatura geocientífica.

Como corolário deste processo, sucedeu a plena abertura do Oceano Atlântico. “O então nascente oceano caracterizava-se por ser fisiograficamente um estreito e alongado corpo d’água seccionado ao meio por uma cadeia vulcânica Walvis Ridge-São Paulo Ridge” (BRITO, 1987, p. 162). Por estas razões, tornou-se habitual dizer que a origem da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba teve início no Cretáceo, em que pese as considerações preliminares no preâmbulo deste tópico.

Como se pode constatar, pelo exposto, o mais notável evento relacionado diretamente à origem e evolução da Bacia da Paraíba, assim como, das demais bacias marginais do Brasil, foi o processo de fragmentação da paleoplaca da Gondwana, que resultou na abertura do Oceano Atlântico. O surgimento do Atlântico a partir do fracionamento da placa Gondwana e o consequente aparecimento das placas Sul-Americana e Africana foram objetos de investigações de diversos pesquisadores. Segundo Beurlen (1961a), citado por Mabesoone e Alheiros (1988, p. 476) e por Barbosa, (2004, f. 37), o surgimento do Atlântico deu-se através de um sistema de falhas que se abriram praticamente na mesma época

(Eocretáceo) em forma de rifte, tanto no sentido sul como no norte. Para Beurlen (1961a), o último elo entre os continentes Sul-Americano e o Africano foi o trecho compreendido entre a cidade do Recife, ao sul, e a cidade de João Pessoa, ao norte.

Esta área, a derradeira união entre os assinalados continentes, do ponto de vista estrutural, equivale ao segmento que tem ao sul o Lineamento Pernambuco e ao norte a Falha de Itabaiana. Na classificação, aqui adotada, o alegado espaço geográfico corresponde parcialmente à Bacia da Paraíba, particularmente as Sub-Bacias Olinda e Alhandra (figuras 14 e 15).

Aqui cabem mais duas importantes explicações. A primeira diz respeito à Falha de Itabaiana, localizada ao norte de João Pessoa, que não se constitui em uma das três mais relevantes ramificações orientais Lineamento Paraíba, como se achava antigamente. “A terminação oriental do Lineamento Patos é trifurcada, com o ramo principal chegando à linha de costa ao norte de João Pessoa (observação recente, inédita ainda) [sic]” (NEVES; SCHMUS; FETTER, 2001, p. 71). Entretanto, para a grande maioria dos especialistas, essa supradita ramificação constitui a Falha de Mamanguape e não a Falha de Itabaiana. Em mapas e textos apresentados por Mabesoone (1996, p. 82), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006, p. 118), Tomé, Lima Filho e Neumann (2006, p. 50), Nogueira, Bezerra e Castro (2006, p. 52), entre outros, este fato pode ser facilmente comprovado. Inclusive, as mencionadas figuras (14 e 15) retratam também essa questão. A segunda elucidação refere-se às sub-bacias da Bacia da Paraíba. Apesar das Sub-Bacia Olinda e Alhandra ocuparem as imediações entre Recife e João Pessoa, esse setor (Lineamento Pernambuco e Falha de Itabaiana) não contempla a Sub-Bacia Miriri que, como visto antecedentemente, situa-se ao norte da Falha de Itabaiana e ao sul da Falha de Mamanguape.

Novamente de acordo com Beurlen (1961a), citado por Barbosa (2004, f. 37), o fendilhamento dos continentes Sul-Americano e Africano deu-se de sul para norte. A consequente conexão dos oceanos Atlântico Sul e Atlântico Norte teve,

conforme Karl Beurlen, expresso indiretamente por Brito (1987, p. 165), início no Pós-Turoniano.

A despeito de Beurlen (1961b e 1962) ter dissertado sobre esses assuntos (ruptura dos continentes Sul-Americanano e Africano e o surgimento do Atlântico) com muita propriedade e profundidade, poucas foram as menções e contribuições para essa temática existente em Beurlen (1961a). Nessa precedente obra, intitulada *Die Kreide im Küstenbereich Von Sergipe bis Paraíba do Norte (Brasilien)*, o autor praticamente não faz referências específicas a até então Bacia Pernambuco-Paraíba. Sua importância é essencialmente paleontológica e, parcialmente, paleogeográfica de pequena escala. As reflexões concentram-se basicamente nas similaridades zoogeográficas do Cretáceo entre o lado Sul-Americanano e o lado Africano do Atlântico e quando se refere às semelhanças estratigráficas entre as duas margens, utiliza a coluna estratigráfica de Sergipe e de Gabão (BEURLEN, 1961a, p. 383).

Apesar disso, os conceitos de Beurlen (1961a), acima exaradas, continuam sendo largamente usadas. Nessa perspectiva, Mabesoone e Alheiros (1988) e Barbosa, (2004) tomaram por base essas ideias, para dar suporte parcial as suas respectivas pesquisas. No entanto, são noções extremamente polêmicas tendo, até mesmo, vários opositores. Bem como são, do mesmo modo, díspares as interpretações e as datações acerca da origem e evolução das bacias de Pernambuco e da Paraíba.

As altercações residem em praticamente todas as questões levantadas. As mais conspícuas dizem respeito ao último elo entre o continente Sul-Americanano e o continente Africano, do mesmo jeito que são em relação ao sentido do rompimento desses continentes. O período da conexão dos oceanos Atlântico Sul e Atlântico Norte é igualmente bastante discrepante. Assim como, são controversas algumas outras intelecções acerca do processo de criação e evolução da Bacia da Paraíba e cercanias e que não foram englobadas por estas análises.

A junção que mais perdurou entre o continente Sul-Americano e o Africano, segundo Asmus e Ponte (1973), teriam sido as contiguidades entre as cidades de Recife (PE) e João Pessoa (PB). Estando, portanto, em sintonia com a afirmação, anteriormente assinalada, de Beurlen (1961a). Asmus (1975) e Asmus e Carvalho (1978) posicionam-se, da mesma maneira, a favor dessas concepções, especificamente no que diz respeito à área que se constituiu no último elo.

Nessa mesma linha de raciocínio e fundamentados nesses e outros trabalhos, mormente em Asmus (1975), Mabesoone e Alheiros (1988, p. 476) chegam à mesma conclusão ao atestar que

a partir do Santoniano ou Campaniano, estabeleceu-se definitivamente a bacia sedimentar costeira na região entre Recife e João Pessoa [...]. A área em apreço foi a última a ser afetada pela reativação da Plataforma Sul-Americana, relacionada com a abertura do Oceano Atlântico e a separação dos continentes sul-americano e africano. Isto leva a supor que a separação e a ruptura final devem ter acontecido mais ou menos nesta área.

Todavia nem todas as discussões apontam, precisamente, nesta mesma direção e de forma tão objetiva. Nessa trajetória, Rand (1977) estudou a região correspondente, aproximadamente, as atuais Sub-Bacias Alhandra, Miriri e Canguaretama. Tal região foi denominada pelo referido cientista de Bacia João Pessoa, sem, porém, ter definí-la espacialmente com rigor. “Essa região provavelmente formou a última ligação na separação final dos continentes América do Sul e a África” (RAND, 1977, p. 430).

Em uma das mais importantes avaliações sobre esta temática, até aquela ocasião, Asmus e Carvalho (1978, p. 17) voltam a defender que a comunicação terrestre terminal entre o continente sul-americano e continente africano teria sido a Bacia Pernambuco-Paraíba, entretanto, não entra em maiores detalhes. Para esses pesquisadores, tal fato é justificado em virtude dessa área constituir um alto topográfico em decorrência de uma menor subsidência, se comparado às bacias

circunvizinhas. Quanto ao momento da ruptura, advogam que “inicia-se no Campaniano/Maestrichtiano a livre circulação entre os setores norte e sul do oceano Atlântico.” (ASMUS; CARVALHO, 1978, p. 22).

Para Françolin e Szatmari (1987) a extensão que completou a divisão entre os mencionados continentes, não teria sido entre Recife (PE) e João Pessoa (PB), e sim mais ao norte. Nesse óptica asseveram que

no início do Albiniano, os continentes sul-americano e africano tinham entre si um longo e estreito rifte desde a Argentina até o gráben de Cassiporé, interrompido apenas no trecho entre Touros e João Pessoa, onde apesar de não ter ainda ocorrido distensão, a crosta já se encontrava cortada por falhas transcorrentes. Tornou-se então possível a movimentação divergente leste-oeste entre os dois atuais continentes, através de movimento transcorrente dextral ao longo da margem equatorial. Essa movimentação, iniciada no Albiano Inferior, proporcionou a distensão no trecho entre João Pessoa e Touros, que foi o último a ser separado. (FRANÇOLIN; SZATMARI, 1987, p. 206).

Outros profissionais, a exemplo de Lima e Pedrão (1989, p. 73-74), defendem que nas áreas ao sul do Lineamento Pernambuco, em latitudes semelhantes a da cidade do Recife, se localiza o marco consumatório da fragmentação entre a América do Sul e a África. Apesar dos aludidos autores não terem realizados comentários mais individualizados a este respeito, conclui-se que os mesmos não se referiam a toda parcela sedimentar costeira de Pernambuco e sim à atual Bacia de Pernambuco. O mapa geológico apresentado por Lima e Pedrão (1989, p. 74) corrobora com esta conclusão.

Isto posto, para Françolin e Szatmari (1987, p. 206), o mais duradouro vínculo terrestre entre os continentes sul-americano e o africano foi o segmento compreendido, atualmente, por João Pessoa (PB), ao sul, e Touros (RN), ao norte. Enquanto que para Lima e Pedrão (1989, p. 73-74) a conexão em foco era mais meridional e seus limites seriam a faixa sedimentar costeira entre Recife (PE), ao norte, e, aproximadamente Maragogi (AL), ao sul. Divergências como essa são muito comuns na literatura geocientífica especializada e embora não seja aqui

oportuno aprofundar esta questão, somente determinadas pormenorizações serão postas em prática.

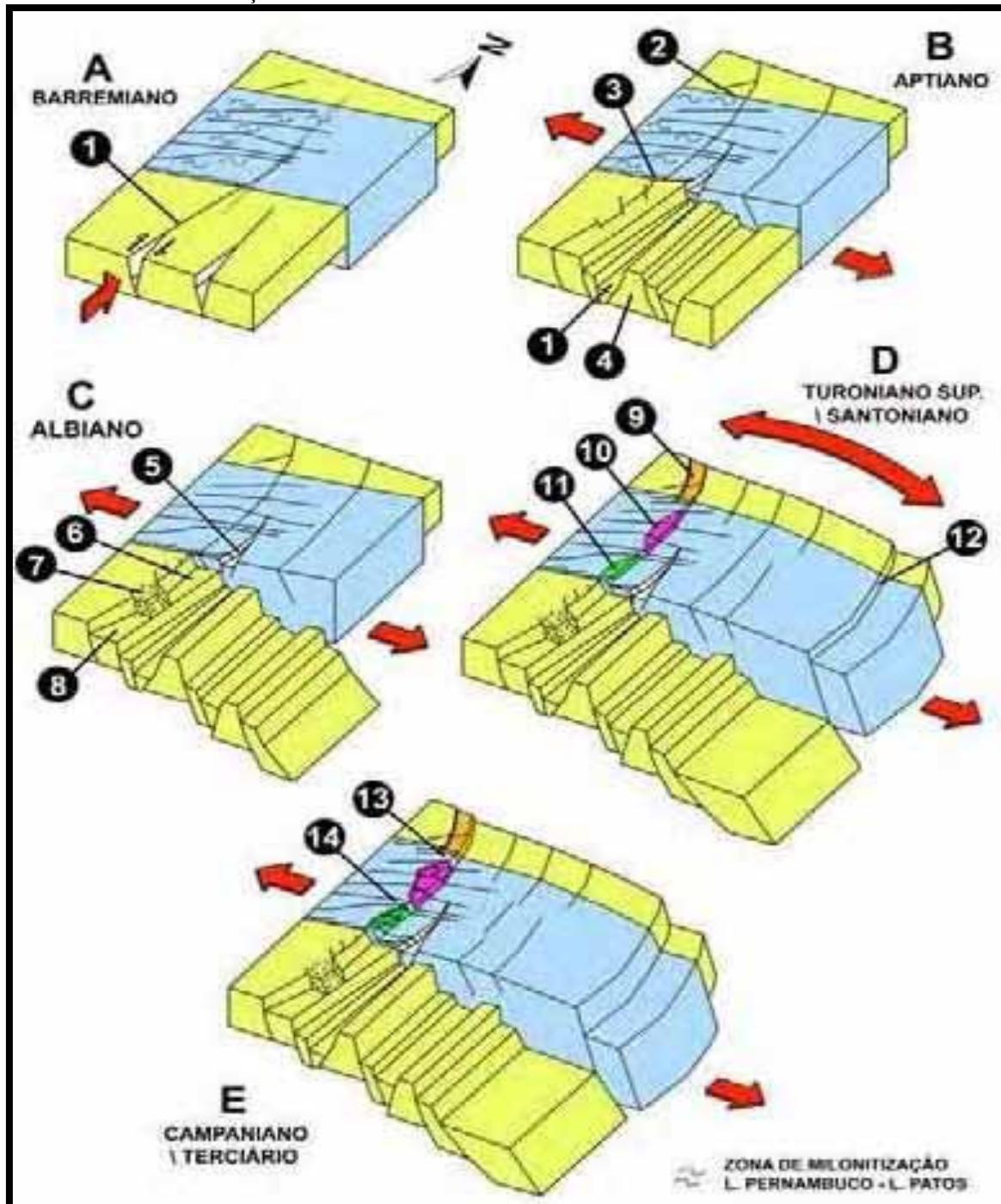
Em recente artigo Lima Filho, Barbosa e Souza (2006, p. 122), abordaram a tese da efetiva separação da América do Sul e da África. Em consonância com que afirmam, essa ponte, até então remanescente, situava-se entre o Lineamento Pernambuco e o Alto Estrutural de Mamanguape.

Almeida *et al.* (2005, p. 177), esclarecem que “o segmento Pernambuco-Paraíba foi o último elo do continente a permanecer ligado a África”. Não entrando, portanto, em maiores detalhes sobre qual seria especificamente a área.

Algumas considerações mais verticalizadas sobre em que tempo sucedeu o desfecho do rompimento entre a América do Sul e a África serão exaradas doravante. Logo, esse assunto, apesar de ter sido objeto de observações prévias, será retomado. Assim sendo, Almeida *et al.* (2005, p. 177), ao estudarem a tectônica e as relações estratigráficas na Sub-Bacia de Pernambuco declara que a ordenação cronológica em tela é aparentemente mais jovem do que previamente suposto. E na sequência assegura que o “segmento Pernambuco-Paraíba foi o último elo a permanecer ligado à África, até próximo ao final do Cretáceo Inferior”. Das publicações consultadas, quase todas atribuíram uma idade bem mais recente que o término do Cretáceo Inferior, para a completa disjunção entre a América do Sul e a África. O texto de Lima Filho, Barbosa e Souza (2006), que, inclusive, incorporou novos dados até então indisponíveis, é um bom exemplo.

Nesse sentido, os eventos tectônicos e sedimentares nas Bacias de Pernambuco e da Paraíba foram objeto de minuciosa apreciação da lavra de Lima Filho, Barbosa e Souza (2006). Ao analisarem particularmente a evolução tectônica das citadas Bacias, os autores identificaram sete episódios tectônicos e/ou magmáticos que foram responsáveis por discordâncias representativas (figura 17).

FIGURA 17 - EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA BACIA DA PARAÍBA E CERCANIAS - 2006



FONTE: LIMA FILHO; BARBOSA e SOUZA (2006, p. 121), com modificações cromáticas.

NOTA: Blocos diagramas retratando a evolução tectônica da Bacia de Pernambuco, da Bacia da Paraíba e de parte da Plataforma Leste. 1: Rifte do Cupe. 2: ZCPT. 3: Lineamento Pernambuco. 4: Alto de Tamandaré. 5: Graben de Olinda. 6: Graben de Piedade. 7: Granito do Cabo de Santo Agostinho. 8: Graben do Cupe. 9: Sub-bacia de Canguaretama. 10: Sub-bacias Alhandra e Miriri. 11: Sub-bacia Olinda. 12: Talude da Bacia da Paraíba. 13: Alto de Mamanguape. 14: Alto de Goiana.

Destarte, alegam que

o Evento V marca a discordância do final do Turoniano. Nessa época houve a ruptura final dos continentes sul-americano e africano, rompendo a ligação terrestre existente entre o Nordeste oriental e o oeste africano, possivelmente entre o Lineamento Pernambuco e o Alto de Mamanguape e entre a Bacia do Rio Muni e o delta do Niger. (LIMA FILHO; BARBOSA; SOUZA, 2006, p. 122).

É também digno de nota que, sobre esta temática, os trabalhos de Beurlen (1961a e 1962), Rand e Mabesoone (1982) e Rand (1985) até hoje constituem leituras preliminares e obrigatórias. Além de seu valor histórico, grande parte das informações trazidas a lume pelas mencionadas pesquisas, ainda hoje se aplicam no entendimento da abertura do Atlântico Sul.

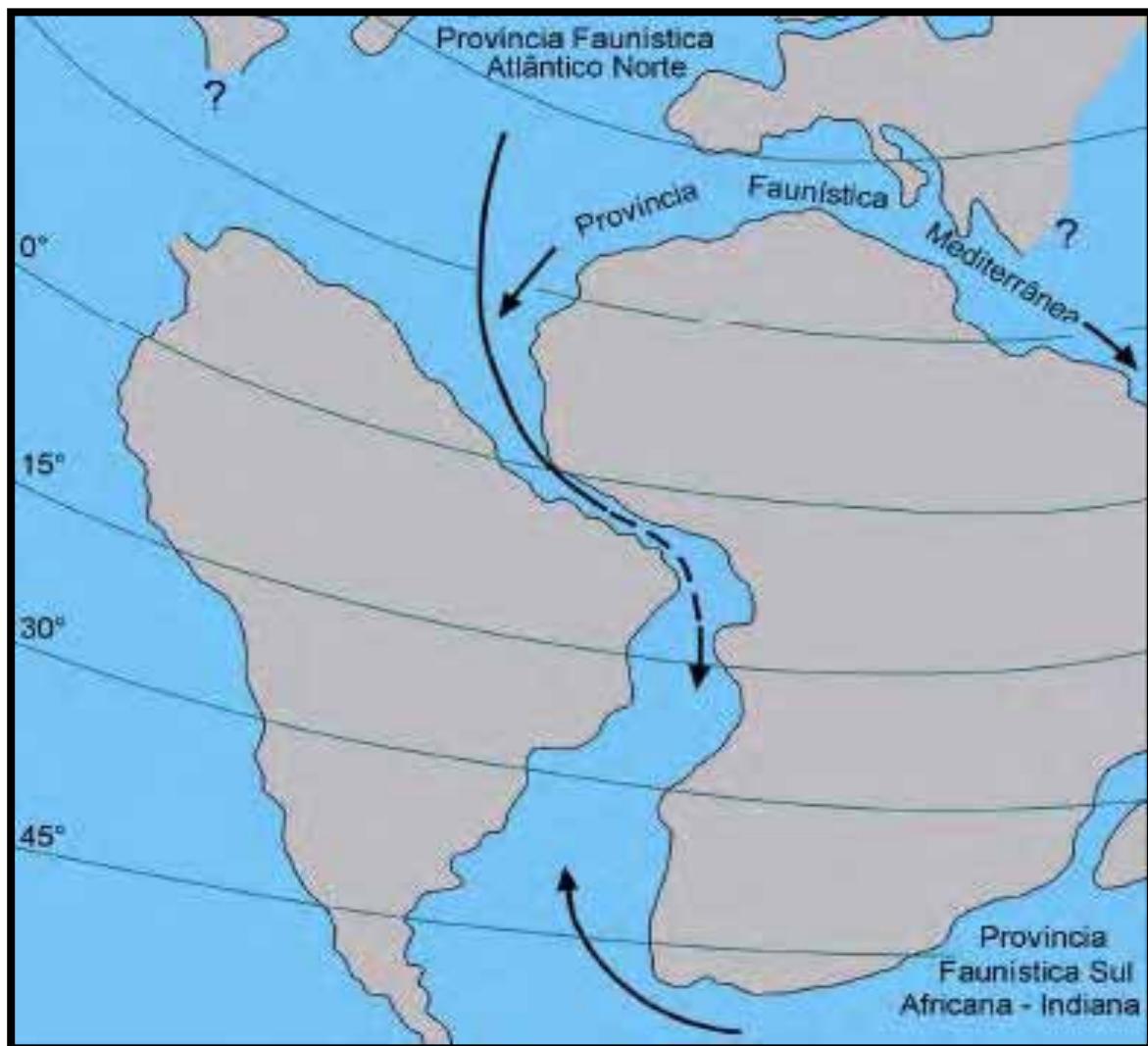
Além das questões que contemplam o sítio e a data do último elo entre a América do Sul e a África, a origem das águas oceânicas que, de forma pioneira, demandaram o Atlântico Sul (segmentos equatorial e setentrional) se mantém gerando igualmente muita polêmica nos meios geocientíficos. Apesar disso, com o advento de novos dados, segundo Brito (1994), há uma tendência recente em enunciar que as águas oceânicas que inicialmente atingiram os segmentos equatorial e setentrional do Atlântico Sul vieram do norte e não do sul.

Uma nova concepção de natureza paleoceanográfica envolendo o Atlântico Sul é visualizada para sua fase primitiva, sendo defendida a idéia de que as águas que primeiro invadiram o Atlântico Sul (segmentos equatorial e setentrional), dando origem aos depósitos evaporíticos aptianos, **vieram de norte e não do sul, como classicamente aceito** [sem grifo no original] [...]. A presença dominante de uma ampla associação de diferentes grupos orgânicos pelágicos, e de alguns grupos bênticos, de origem tetiana (provenientes sobretudo da região do Golfo do México - área caribenha) nos carbonatos da Margem Atlântica Brasileira, a partir do final do neo-Aptiano/eoalbiniano, é o argumento que embasa a idéia. O modelo justifica o porquê da ausência de rudistas e macroforaminíferos no Tétis Sul-Atlântico e explica as diferenças entre o conteúdo biótico dos calcários albianos de água rasa das margens norte/nordeste e do sudeste do Brasil. (BRITO, 1994, p. 16).

Esta mesma linha de raciocínio é adotada por Wanderley Filho e Destro (1994, p. 50). Entretanto, nem todos são signatários da hipótese de invasão do

Atlântico Sul (segmentos equatorial e setentrional), precedentemente, pelas águas oceânicas setentrionais (figura 18).

FIGURA 18 - PIONEIRISMO DAS ÁGUAS DO NORTE NO ATLÂNTICO SUL - 1987 E 2004



FONTE: BRITO (1987, p. 165) com modificações cromáticas realizadas por BARBOSA (2004, f. 38), e com transformações de escala efetuadas pelo autor.

NOTA: Diversos indícios paleontológicos dão sustentabilidade à recente inclinação dos geocientistas em defendem que as águas inaugurais dos sítios equatoriais e setentrionais do Atlântico Sul procederam do norte e não do sul.

Trabalhos bem recentes continuam a defender o modelo clássico, ou seja, defendem que as águas oceânicas meridionais foram as primeiras a demandarem o

Atlântico Sul. Nessa perspectiva, Tomé, Lima Filho e Neumann (2006) ao tecerem considerações sobre a Paleogeografia da Bacia de Pernambuco afirmam que

a idéia de uma sedimentação carbonática de idade Albano Superior sugerida pelo macrofóssil *Craginia ariquindai*, indica que provavelmente a entrada do mar poderia ter evoluído pelo extremo sul da Bacia de Pernambuco, vindo do Atlântico Sul. (TOMÉ; LIMA FILHO; NEUMANN, 2006, p. 56).

Uma reflexão, mesmo que superficial, sobre os múltiplos artigos que tratam da ruptura final dos continentes Sul Americano e Africano oferece subsídios para concluir que os referidos geólogos se basearam em informações, cujas origens são as mais plurais possíveis. Apreciações estratigráficas, geoquímicas, paleontológicas, geofísicas, entre outras, foram amplamente empregadas.

Alguns pesquisadores centralizaram suas análises em um único campo do saber. Outros as expandiram para inúmeras especialidades. Exemplificam o primeiro caso Françolin e Szatmari (1987) e Rand (1977 e 1991) que exploraram, basicamente, métodos geofísicos. Enquadram-se no segundo caso Rand e Mabesoone (1982) que se alicerçaram em evidências geofísicas, sedimentológicas e paleontológicas.

Conforme demonstrado, existe uma expressiva heterogeneidade de informações. A utilização de vários métodos e técnicas justifica a profusão de dados e conclusões. Consequentemente, não há ainda consenso concernente à delimitação precisa da área que se constituiu no último elo entre os continentes Sul-Americanos e Africano. Assim como, e principalmente, não há concordância em relação à época da concretização do desmembramento.

Na primeira situação, há uma tendência na literatura geocientífica de pacificar o tema, atribuindo ao trecho entre o Lineamento de Pernambuco e as três proeminentes ramificações orientais do Lineamento Paraíba, mais precisamente as mais meridionais, ou seja, de sul para norte, as falhas de Mamanguape e Cacerengo.

Inclusive, aqui defende-se a hipótese do contato terminal entre os supraditos continentes ter sido a Bacia da Paraíba em concordância com os limites adotados nesta tese. Nesse sentido, essa região estaria localizada entre o Lineamento de Pernambuco e a falha de Mamanguape. Essa conclusão é corroborada, entre outros autores, por Lima Filho, Barbosa e Souza (2006, p. 122).

Quanto ao momento da desanexação dos continentes Sul Americano e Africano, a polêmica persiste de forma análoga. No estado da arte, na há nenhuma sinalização de convergência para uma indicação precisa de quando este fato aconteceu. As transcrições, aqui executadas, já são suficientes para se certificar a discordância entre os estudiosos. Entre as datas relatadas, nos itens anteriores, pode-se destacar: Campaniano/Maastrichtiano (ASMUS; CARVALHO, 1978, p. 22); Santoniano ou Campaniano (MABESOONE; ALHEIROS, 1988, p. 476); Cretáceo Inferior (ALMEIDA *et al.*, 2005, p. 177); final do Turoniano (LIMA FILHO; BARBOSA; SOUZA, 2006, p. 122).

Esta problemática havia sido abordada por Brito (1987) e, como ficou comprovado, o problema se mantém nos dias atuais. Brito (1987, p. 165) apresenta tabela com proposições de vinte e quatro especialistas acerca da datação da apartação em pauta. Neste grupo, há os versados no assunto em tela que defendem o Cretáceo Inferior, particularmente no Aptiano. No outro extremo, tem Rand e Mabesoone (1982) defendendo a idade Pós-Maastrichtiano, para a conexão inicial entre o Atlântico Sul e o Norte. Na realidade, Rand e Mabesoone (1982, p. 163), fundamentados em dados paleontológicos e micro paleontológicos defendem a idade Campaniano-Maastrichtiano, não descartando, entretanto, a possibilidade da separação ter ocorrido no Pós-Maastrichtiano.

Portanto, como se vê, as altercações permanecem em praticamente todas as questões levantadas, ou seja, em relação ao último elo entre o continente Sul-Americanano e o continente Africano, ao sentido da ruptura desses continentes, e

finalmente, a ocasião em que houve a conexão dos oceanos Atlântico Sul e Atlântico Norte. E é também neste contexto que emerge, com mais veemência, a necessidade imperativa de um melhor conhecimento acerca da Bacia da Paraíba, que irá subsidiar a pacificação dessas, ainda discrepantes, explicações dos temas retratados.

Pelo exposto, mesmo considerando o caráter abreviado das explanações reproduzidas, percebe-se que as questões aqui examinadas, até agora não foram totalmente pacificadas nos meios geocientíficos. Dessa maneira, continuam os debates sobre várias matérias relacionadas à Bacia da Paraíba. Assim como essas controvérsias, diversas peculiaridades geológicas acerca da Bacia da Paraíba instigam cada vez mais os pesquisadores. E são essas especificidades que os comentários subsequentes irão analisar.

Desse modo, as bacias, em particular as da margem leste, possuem “um estilo tectônico distencional cujas idades vão do Jurássico Tardio ao Cretáceo Inicial.” (PONTE; ASMUS, 2004, p. 388). No entanto, significativas dissimilitudes, mormente em termos estruturais, fizeram com que a Bacia de Pernambuco e, precipuamente a Bacia da Paraíba se distinguissem das demais bacias marginais do leste do Brasil.

Na realidade, a Bacia da Paraíba e por extensão a Bacia de Pernambuco e as Sub-Bacias de Canguaretama e Natal (Plataforma Leste), mesmo albergadas no conjunto das bacias marginais do leste, constituem-se numa zona de transição em relação às bacias da margem norte. As bacias do leste diferenciam-se, entre outros, por registrarem falhamentos normais e rochas evaporíticas do Cretáceo Inferior. Ao passo que as bacias do norte caracterizam-se pelo falhamento transformante e inexistência de rochas evaporíticas da aludida unidade geocronológica (Cretáceo Inferior). Contudo, a Bacia da Paraíba, como identicamente a Bacia de Pelotas, ainda que pertencendo às bacias da margem leste, não contemplam rochas

evaporíticas.

Se por um lado nas demais bacias marginais do leste domina um padrão estrutural notabilizado pelo predomínio de falhas dispostas paralelamente aos relevantes alinhamentos Pré-Cambrianos, nos atuais limites das bacias de Pernambuco e da Paraíba, “os alinhamentos pré-cambrianos, de direção essencialmente leste - oeste, acham-se abruptamente cortados pela linha de costa e pela borda da plataforma continental, cujas direções gerais são norte - sul” (PONTE; ASMUS, 2004, p. 403). Asmus (1975, p. 163) fez observações semelhantes a esse respeito.

Outro elemento individualizador é a sedimentação relativamente tardia. Na Bacia de Pernambuco, a sedimentação antecedeu a da Bacia da Paraíba.

Se por um lado é ponto pacífico na literatura geocientífica o retardamento da sedimentação nas mencionadas Bacias, por outro o período em que teve início é tão polêmico quanto o período da ruptura final entre os continentes sul-americano e africano. E, como o começo da sedimentação decorre do desfecho dessa separação, as constatações realizadas acerca da propalada disjunção aplicam-se quase na totalidade, evidentemente com algumas nuances, ao primórdio do processo de sedimentação. Para Mabesoone e Alheiros (1988, p. 476), por exemplo, na Sub-Bacia Cabo (atualmente Bacia de Pernambuco) a sedimentação principiou no Aptiano, enquanto que na região entre Recife e João Pessoa (atualmente Sub-Bacia Olinda e Sub-Bacia Alhandra que conjuntamente com a Sub-Bacia Miriri, compõe a Bacia da Paraíba) a sedimentação iniciou no Santoniano ou Campiniano.

Não obstante, o propósito deste trabalho não é salientar as peculiaridades da Bacia da Paraíba, objetivando a sua comparação em relação às demais bacias sedimentares brasileiras. As breves discussões, acima exaradas, têm o intuito de atestar que os aspectos estruturais, tectônicos, estratigráficos, evolutivos, entre outros, da Bacia da Paraíba não se enquadram, com perfeição, nos modelos

propostos para as bacias da margem leste, nem muito menos nas das bacias da margem norte.

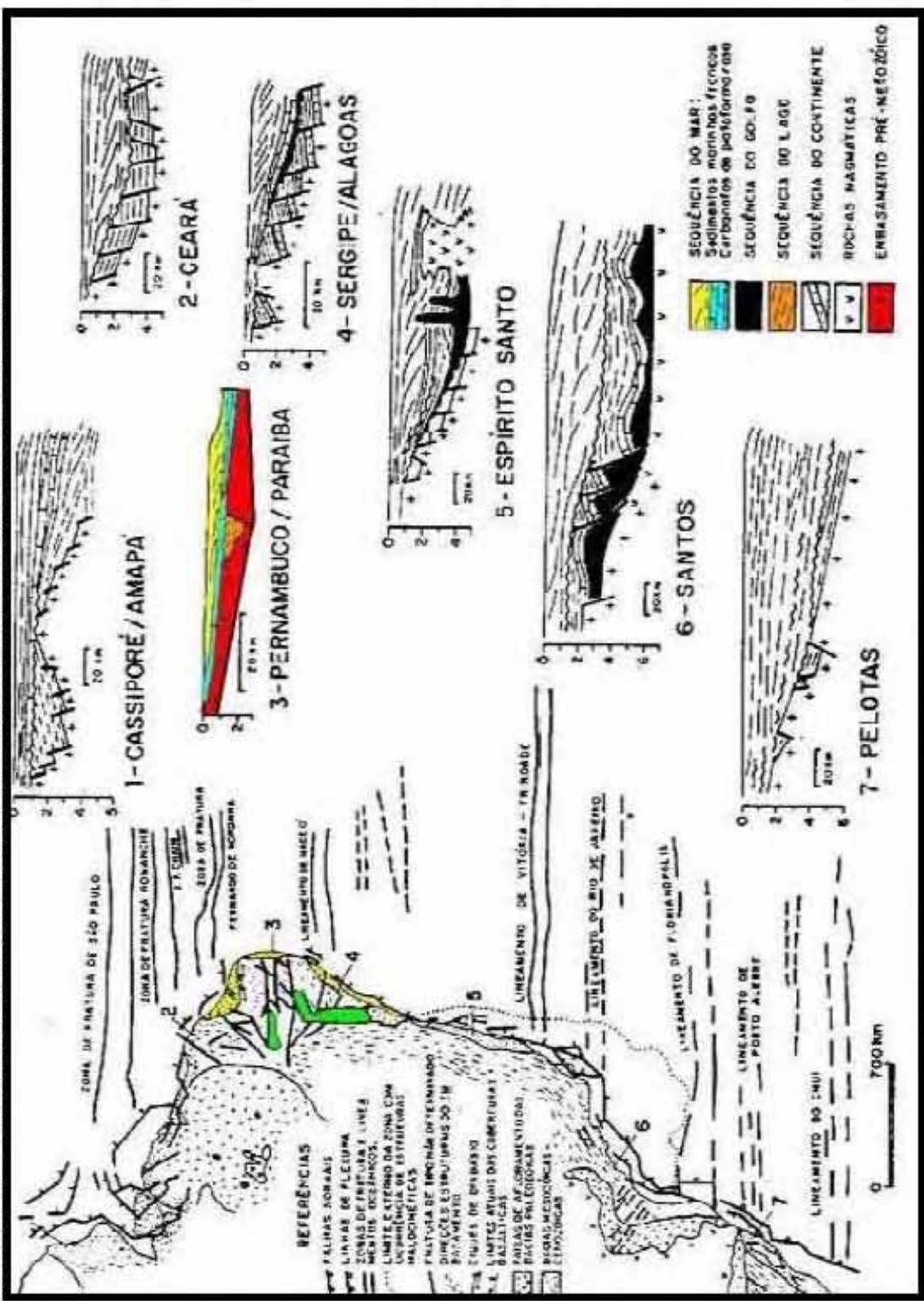
### 3.3 ESTRATIGRAFIA

Conforme visto anteriormente, a origem e o desenvolvimento da Bacia da Paraíba e das demais bacias da margem leste, cada uma com suas especificidades, estão diretamente relacionadas ao surgimento do Atlântico Sul. Nesse encadeamento de ideias “pode-se estabelecer um relacionamento de causa e efeito entre manifestações tectônicas e arcabouço das bacias resultantes com os intervalos sedimentares considerados” (ASMUS, 1975, p. 161). A partir dessas vinculações, Asmus (1975, p. 165) reconheceu quatro estágios evolutivos nas bacias da margem leste, a saber: pré-*rift*, *rift*, evaporítico e marinho.

Baseados nos mesmos pressupostos, Asmus e Carvalho (1978, p. 17-22), identificaram igualmente quatro fases: pré-*rift*, *rift-valley*, do golfo proto-oceânico e oceânica. Sobre a fase pré-*rift* da até então Bacia Pernambuco-Paraíba limitou-se a afirmar que, presumivelmente, foi sítio de um soerguimento que a tornou mais elevada que as bacias circunvizinhas. Sobre as demais fases, o tema foi aprofundado.

Ainda com apoio nas citadas concepções, Asmus e Porto (1980, p. 229) utilizaram nomenclaturas diferentes, todavia com conotações similares, para denominar aqueles dois últimos estágios evolutivos descritos por Asmus (1975, p. 165). Nessa perspectiva, os referidos autores mantiveram as designações dos dois primeiros estágios genéticos das bacias da margem leste. Entretanto, optaram pelas terminologias de proto-oceânico e oceânico para qualificar os dois estágios finais. Cada uma dessas fases corresponde estratigraficamente, a uma Sequência. Portanto, quando uma bacia da margem leste apresenta coluna estratigráfica completa,

FIGURA 19 - ESTÁGIOS DAS PRINCIPAIS BACIAS SEDIMENTARES DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA



FONTE: ASMUS e GUAZELLI (1981, p. 197), com adaptações realizadas por SOUZA (2006, f.108).

NOTA: Seções geológicas das principais bacias marginais continentais do Brasil. Na época, a Bacia Pernambuco-Paraíba era concebida como algo homogêneo. As significativas diferenças entre a Bacia de Pernambuco e a Bacia da Paraíba ainda não tinham sido devidamente percebidas.

terá quatro Sequências, que, segundo Asmus e Porto (1980, p. 228) e Asmus e Guazelli (1981, p. 201), são: do Continente; do Lago; do Golfo e do Mar (figura 19).

Nessa acepção, a Sequência Continente e a Lago estão ausentes na Bacia da Paraíba, embora a Formação Cabo da Bacia de Pernambuco, outrora pertencente à Bacia Pernambuco-Paraíba, seja da Sequência Lago. Essa unidade litoestratigráfica sobressai pelos seus sistemas de leques fluviais formados por conglomerados (seixos e matacões), proximais e por arenitos de médios a grossos, distais.

A Formação Beberibe, que constitui a unidade basal da Bacia da Paraíba, é provavelmente da fase conclusiva da Sequência Golfo, apesar de Asmus e Porto (1980, p. 228) admitirem que a outrora Bacia Pernambuco-Paraíba foi recoberta “diretamente por sedimentos da Sequência Mar”. As Formações Itamaracá, Gramame e Maria Farinha são, indubitavelmente, da Sequência Mar.

Alicerçados na combinação de três prevalentes parâmetros (subsidiência tectônica, variação eustática do nível do mar e paleogeografia), Chang e Kowsmann (1987) distinguiram dois estágios de evolução tectono-sedimentar das bacias da margem continental brasileira: rifte e termal.

O estágio rifte corresponde à fase inicial de formação de bacia, em que a subsidiência é geralmente acentuada e controlada pela taxa de extensão da litosfera. Essa fase (...) é, em geral, acompanhada de grande afluxo de sedimentos sintectônicos. O estágio termal subsequente compreende mais de 85% da história da bacia e se caracteriza por apresentar subsidiência exponencial. É acompanhado pela formação de crosta oceânica adjacente e, por esta razão, o mar passa a exercer controle importante sobre as fácies sedimentares. (CHANG; KOWSMANN, 1987, p. 78)

No bojo de tais esclarecimentos, Chang e Kowsmann (1987) identificaram três Sequências: continental, transicional e marinha. Dentro desse contexto, e no caso específico da Bacia da Paraíba, todas as Formações, exceto a Formação Barreiras, concernem à Sequência Marinha.

Os modelos evolutivos desenvolvidos para as bacias da margem leste brasileira, surgidos nas décadas de 1970 e 1980 e, em menor escala na década de 1990 e 2000, conforme já demonstrado, são extremamente generalistas. Alguns desses, a exemplo dos de Asmus (1975), Asmus e Carvalho (1978), Asmus e Porto (1980) e Chang e Kowsmann (1987) foram aqui, parcialmente, abordados. Em que pese suas fundamentais contribuições, à época, para um melhor conhecimento dessas bacias, esses esquemas teóricos, em muito, mascararam as heterogeneidades das bacias de Pernambuco e da Paraíba.

Esquemas teóricos, singulares da até então Bacia Pernambuco-Paraíba, foram elaborados, entre outros, por Mabesoone e Alheiros (1988) e Mabesoone *et al.* (1991b). Os específicos para a Bacia de Pernambuco e/ou da Paraíba podem ser consultados em Lima Filho (1998), Barbosa *et al.* (2003), Barbosa (2004), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006), entre outros. Esses arquétipos foram objeto de explanações parciais nos itens precedentes e serão retomados, a seguir, ao examinar-se a coluna estratigráfica da Bacia da Paraíba.

Nesse sentido, “a coluna estratigráfica da bacia Pernambuco-Paraíba é por demais conhecida e não foi modificada.” (MABESOONE, 1996, p. 81). Entretanto, ao se analisar o avanço dos conhecimentos acerca da estratigrafia dessa área, notadamente nos últimos quarenta anos, percebe-se que a afirmação anterior só pode ser aceita com ressalvas, sobretudo no que se refere ao caráter estático da coluna estratigráfica, enfocado pelo aludido autor.

A atmosfera generalista que existiu praticamente até o final do século passado, insistia em revelar um cenário evolutivo e estratigráfico homogêneo para até aquele momento Bacia Pernambuco-Paraíba. Determinados estudiosos chamaram a atenção da comunidade científica para o fato, entre eles, podem-se citar Lima Filho (1998), Marinho (2002, f. 36-47), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006, p. 117).

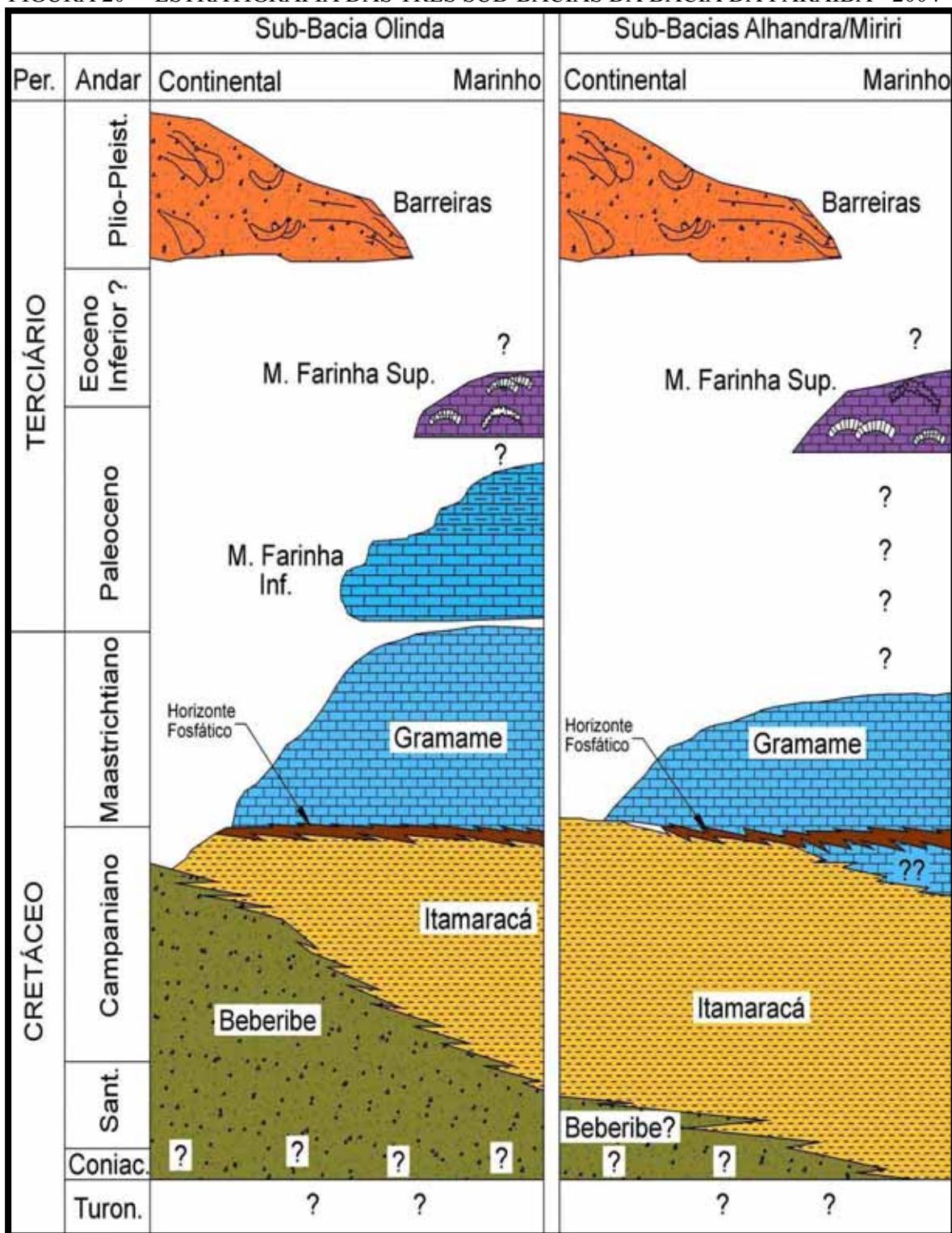
Após integrar e reavaliar várias publicações geológicas sobre a Bacia da Paraíba, juntamente com observações de superfície e subsuperfície de sua porção *onshore*, particularmente da Sub-Bacia Miriri, Marinho (2002, f. 36-47) fez diversas considerações sobre a estratigrafia da Bacia da Paraíba. E apesar de certas ponderações precisarem ser revistas, outras são ainda atuais. Isto posto, o referido geógrafo alega que as colunas litoestratigráficas da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba e suas respectivas sub-bacias, formuladas por Mabesoone e Alheiros (1988, 478) e por Mabesoone *et al.* (1991a, p. 23) só podem ser empregadas à Sub-Bacia Miriri, com ressalvas.

Apesar disso, a utilização das ressaltadas colunas litoestratigráficas na Sub-Bacia Alhandra, onde se localiza a área objeto desta tese, é de melhor e mais fácil aplicabilidade. Apenas algumas ínfimas adequações são necessárias, fato que é plenamente justificável em decorrência da natureza mais ampla, em termos de dimensão, das áreas para as quais as colunas litoestratigráficas foram originalmente propostas. Além dessas questões o acréscimo de novos conhecimentos deve ser levado em consideração.

Por essas razões a coluna estratigráfica que se elegeu, inicialmente com restrições, é assentada nas propostas enunciadas por Mabesoone e Alheiros (1988) e por Mabesoone *et al.* (1991a), devidamente atualizadas com as novas informações surgidas posteriormente. Essas inovações foram incorporadas às colunas estratigráficas divulgadas por Souza *et al.* (2002, p. 19), Barbosa *et al.* (2003, p. 96 e 106), Barbosa (2004, f. 202), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006. p. 124), entre outros (figura 20).

As ressalvas serão comentadas doravante, após a caracterização generalizada das unidades litoestratigráficas da Bacia da Paraíba e em especial da Sub-Bacia de Alhandra. Etapa que assinala as características das unidades litoestratigráficas e visa apresentar um histórico do panorama estratigráfico da

FIGURA 20 - ESTRATIGRAFIA DAS TRÊS SUB-BACIAS DA BACIA DA PARAÍBA - 2004



FONTE: BARBOSA (2004, f. 202)

NOTA: Colunas estratigráficas evidenciando a similaridade entre as Sub-Bacias Alhandra e Miriri. Observar o recente retorno da Formação Itamaracá e a ausência da Formação Maria Farinha Inferior nas Sub-Bacias Alhandra e Miriri.

Bacia, sempre com o intuito de facilitar o entendimento das bases geológicas e geomorfológicas da área objeto desta pesquisa.

Nessas circunstâncias, e de acordo com a coluna estratigráfica da lavra de SOUZA *et al.* (2002, p. 19), as unidades litoestratigráficas que fazem parte da Bacia da Paraíba são as formações Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha, unidades litoestratigráficas que compõem o Grupo Paraíba. A Formação Barreiras e os depósitos da Cobertura Quaternária não serão objeto de discussões neste item, pois serão mencionadas adiante no capítulo 4 (Geomorfologia do Município de João Pessoa).

A Formação Beberibe, originalmente denominada de Membro Beberibe, pertencia à Formação Itamaracá (KEGEL, 1955b, p. 374). A Formação Beberibe tem sua localidade típica no vale do rio homônimo, no município de Recife (PE). Na intelecção de KEGEL (1955a, p. 19) a unidade litoestratigráfica basal da hoje denominada Bacia da Paraíba, era a Formação Itamaracá cujo Membro Beberibe representava a fácie continental dessa Formação. Com o passar do tempo não só a terminologia empregada por esse profissional, como também a concepção em que a mesma era adotada, foram progressivamente caindo em desuso. Nesse sentido, o até então Membro Beberibe, foi reclassificado como Formação por Beurlen (1961b). E, como Formação, se mantém, embora com perspectivas diferentes, até os dias atuais.

Mais recentemente, e “conforme a conceituação atual **toda a seqüência clástica basal** [sem grifo no original] é chamada de Formação Beberibe” (MABESOONE *et al.*, 1991, p. 26). Certificação possível em virtude do referido pesquisador não reconhecer a Formação Itamaracá.

Hodiernamente “a Formação Beberibe é a unidade basal e está assentada discordantemente sobre o embasamento cristalino” (SOUZA *et al.*, 2002, p. 20). Litologicamente é constituída por clásticos grossos continentais, constituindo arenitos quartzosos tanto grossos quanto conglomeráticos. Inclusive os leitos

conglomeráticos são facilmente encontrados na base desta Formação e que, segundo Mabesoone e Alheiros (1988, p. 480), há indícios de serem depósitos de leques aluviais associados.

Na condição de formação mais espessa do Grupo Paraíba, Beberibe tem espessura bastante variável tanto latitudinal quanto longitudinal. Na Sub-Bacia Alhandra podem ocorrer trechos com espessuras de aproximadamente 200 metros. Em algumas perfurações consultadas, no município de João Pessoa, sua espessura é extremamente variável.

Essa Formação data do final da Era Mesozoica (Período Cretáceo), mais especificamente da antepenúltima e penúltima época do Cretáceo Superior (Santoniano e Campaniano). Havendo igualmente, segundo Mabesoone *et al.* (1991a, p. 27), a possibilidade de se estender até o início da última época do Cretáceo Superior (Maastrichtiano).

Sobreposta à Formação Beberibe há a Formação Itamaracá, que tem como local típico a Ilha de Itamaracá no município e na microrregião homônimos no estado de Pernambuco. A literatura geocientífica atribui a Kegel (1955a) o pioneirismo na identificação da Formação Itamaracá, que pode ser evidenciada em Barbosa *et al.* (2003, p. 91), Souza e Lima Filho (2005, p. 62), entre outros. Entretanto, o próprio Wilhelm Kegel, ao referir-se à Formação Itamaracá, contesta essa autoria ao afirmar que “os afloramentos superficiais são restritos. Foram verificados primeiro por F. M. de Vasconcelos, na Ilha de Itamaracá, com numerosos fósseis.” (KEGEL, 1955a, p. 17).

No lustro que pôs termo a década de 1960 e nas três décadas subsequentes essa terminologia foi praticamente abolida. Pois durante o aludido período, os arenitos calcíferos típicos da Formação Itamaracá eram declarados fáceis da Formação Beberibe.

Recentemente voltou a ser largamente usada, notadamente a partir do

trabalho de Lima Filho e Souza (2001). É bem verdade que a compreensão contemporânea discrepa daquela época inicial, embora, vários especialistas atestem que a interpretação atual é a mesma de Kegel (1955a). Na situação precedente enquadra-se Lima Filho e Souza (2001) que posteriormente é citado por Barbosa *et al.* (2003, p. 91), Souza e Lima Filho, (2005, p. 66), entre outros.

Para Kegel (1955a) a Formação Itamaracá contempla toda a sequência clástica basal da Bacia, de origem não marinha, subjacente a um banco de calcário detritíco fossilífero, de origem marinha. Em consequência dessa concepção esse estudioso atribui uma expressiva espessura a esta formação. “Cerca de 200 m, sem que fôsse constatada a lapa da mesma.” (KEGEL, 1955a, p. 17).

Como o cerne desta tese foge dessa temática, será demonstrada na sequência e de forma resumida, a noção atual da Formação Itamaracá, que é constituída por

depósitos costeiros de estuários e lagoas, contendo fósseis de ambiente marinho salobro, ocorrem ainda níveis de fosfato sedimentar no topo dessa unidade que é composta por depósitos de arenitos carbonáticos, folhelhos e carbonatos com siliciclastos ricamente fossilíferos. (BARBOSA, *et al.*, 2003, p. 91).

Litologicamente essa formação é representada pelos arenitos calcíferos e calcarenitos, com topo constituído por uma delgada camada de fosforito que para Kegel (1955a, p. 16), tem espessura que varia de 1 a 4 metros. Para Mabesoone (1991b, p. 68) este horizonte fosfático tem espessura que “varia entre alguns centímetros a 4 metros, com uma média de 2 m”. Ao fazer uma nova reavaliação das informações disponíveis e incorporar novos esclarecimentos acerca da estratigrafia da Bacia da Paraíba, Barbosa, *et al.* (2003, p. 93) conclui que a espessura desse nível fosfático é bem menos espesso, variando de 0,4 a 2 metros. Contudo, ao investigar especificamente a camada de fosfato da Formação Itamaracá, através de espectrometria gama e à luz da estratigrafia de sequências

Souza e Lima Filho (2005, p. 67) comprovam os dados apresentados há mais de meio século, por Kegel (1955a, p. 16), ao ratificarem que a espessura da camada em apreço oscila de 1 a 4 metros. Os elementos levantados por Kegel (1955a, p. 16) e Mabesoone (1991b, p. 68) e confirmados por Souza e Lima Filho (2005, p. 67), no que diz respeito à espessura do fosfato, parecem retratar a realidade com mais fidedignidade.

Diante do exposto, as seguintes considerações são bastante propícias. A espessura da camada de fosfato sedimentar oscila acentuadamente na Bacia da Paraíba, chegando a estar ausente em determinados trechos. Observa-se que para Kegel (1955a, p. 39) e para Mabesoone (1991b, p. 68) o fosfato não faz parte da Formação Itamaracá e sim da parcela inferior da Formação Gramame. E apesar de, hodiernamente, esta assertiva não ter sustentabilidade, é comum, mesmo em produções recentes, colocar o nível fosfático na Formação Gramame. Nessa trajetória, Fauth e Koutsoukos (2002, p. 262) continuam a firmar que “a Formação Gramame [...] registra uma ocorrência de fosfato na base [...], marcando a fase marinha oceânica deste pacote sedimentar.”

Neste artigo, a Sub-Bacia Alhandra, juntamente com a Sub-Bacia Olinda, ao sul, e com a Sub-Bacia Miriri, ao norte, formam a Bacia da Paraíba. E é na Sub-Bacia Alhandra, em sua extremidade setentrional que se localiza o município de João Pessoa. Na extremidade ocidental do município de João Pessoa, no município de Bayeux e na porção oriental do município de Santa Rita, todos pertencentes a microrregião de João Pessoa, existe uma grande concentração de fosfato.

A revelação desse nível fosfático, na área em apreciação, gerou muita expectativa econômica. Hoje, sabe-se que sua exploração é inviável do ponto de vista econômico. Nos dias atuais as preocupações são voltadas para outro aspecto: a radioatividade. “O horizonte fosfático é fortemente radioativo e a espectrometria gama mostrou que o radioisótopo presente é o urânio-238.” (SOUZA *et al.*, 2002, p.

22).

O processo geológico de deposição do fosfato é o mesmo para toda a Bacia da Paraíba. Todavia, a situação de Paulista (PE), na Sub-Bacia Olinda, é diferente da de João Pessoa (PB), na Sub-Bacia Alhandra. Em Paulista, onde Souza *et al.* (2002) constataram intensa radioatividade em decorrência do fosfato posicionar-se em superfície. Em João Pessoa, o fosfato não é achado em superfície, e sim inumado por alguma unidade estratigráfica, que pode ser a Formação Gramame, a Formação Barreiras, os Depósitos da Cobertura Quaternária ou a combinação dessas unidades. Por esse motivo a desintegração espontânea do núcleo atômico do fosfato é bem menos preocupante. No entanto, reflexões mais aprofundadas do efeito deste fenômeno na saúde da população residente sobre as áreas de maiores concentrações fosfáticas urgem.

Superposta à Formação Itamaracá, tem-se a Formação Gramame. Sua localidade típica são os afloramentos que ficam na vertente direita do rio Gramame, no município do Conde, ao sul do município de João Pessoa, sendo oportuno aqui ressaltar que o divisor natural dos supraditos municípios é o rio Gramame.

A Formação Gramame foi originalmente definida por Oliveira (1940) ao afirmar que

no estado da Paraíba do Norte as formações costeiras marinhas são também constituídas de calcáreos [calcários], que conteem uma fauna de "Ammontes", que se encontra particularmente no calcáreo [calcário] do Rio Gramame. (OLIVEIRA, 1940, p. 182).

Os afloramentos da Formação Gramame, na sua localidade típica, constituem os remanescentes mais ocidentais, e distam cerca de 15 km do Oceano. Formação que, na Bacia da Paraíba, denota em praticamente sua totalidade, e aflora de forma isolada.

Mabesoone (1991b, p. 67) identifica três pacotes litológicos distintos: calcários e calcarenitos fosfáticos; calcarenitos fossilíferos e calcários argilosos. Os

calcários argilosos, para o referido autor, constituem os típicos calcários Gramame. Porém, com a reincorporação da Formação Itamaracá, a coluna estratigráfica da Bacia da Paraíba, notadamente a partir do trabalho de Lima Filho e Souza (2001), o modelo apresentado por Mabesoone (1991b, p. 67) deve ser revisto. Nessa perspectiva, as duas primeiras fácies são contempladas pela Formação Itamaracá, enquanto que a fácie dos calcários argilosos pertence à Formação Gramame que

exibe uma monótona seqüência de calcários (*wackstones biomicríticos*) e mudstones que representam ciclos de raseamento (*shallowing upward*) de 5<sup>a</sup> ordem. Estes ciclos, por sua vez, significando pequenas variações do nível do mar que permitia maior influxo de argilominerais (filossilicatos) para dentro da plataforma carbonática ou maior domínio de carbonatos biogênicos. (BARBOSA *et al.*, 2003, p. 95).

Os calcários transgressivos da Formação Gramame datam da última época do Cretáceo Superior (Maastrichtiano). Sua espessura é bastante irregular dificultando sobremaneira calcular uma espessura média. Em termos de espessura máxima, atinge cerca de 50 metros.

No tocante à Formação subjacente (Itamaracá) a Formação Gramame possui aspectos transgressivos. Em relação à Formação sobrejacente (Maria Farinha) sua passagem é contínua, sem interrupções.

A Formação Gramame é reconhecida ao longo de toda a extensão *onshore* (em terras) da Bacia da Paraíba. Seus afloramentos, consoante salientado anteriormente, ocorrem, com frequência, nas três Sub-Bacias (Olinda, Alhandra e Miriri) e sempre próximo à atual linha de costa. Só excepcionalmente afloram a mais de dez quilômetros a oeste da aludida linha.

É na Sub-Bacia de Alhandra que os calcários Gramame mais abundam, e onde é notável a exploração desse minério. E, neste contexto, o município de João Pessoa se enquadra perfeitamente (figura 21).

Originalmente reputada como camada, a Formação Maria Farinha foi assim denominada por Oliveira (1940). Entretanto, o *status* de unidade

FIGURA 21 - EXPOSIÇÃO DE CALCÁRIOS DA FORMAÇÃO GRAMAME - 28 AGO 2006



FONTE: O autor

NOTA: No noroeste do município de João Pessoa são frquentes os afloramentos dos calcários da Formação Gramame. No detalhe a bancada da Pedreira do Estado, localizada no bairro do Róger. A coloração amarelada dos calcários na porção superior deve-se a intemperização dos mesmos. Na metade superior da bancada, contemplando tanto os calcários de coloração amarela (intemperizados) quanto os de coloração cinza, é notório a horizontalidade das camadas. Nesta pedreira, assim como nas pedreiras adjacentes, é igualmente marcante a abundância de drusas de calcita.

independente conferido a esta Formação “não se deve a uma definição litoestratigráfica conforme as normas estabelecidas para tal, mas por razões históricas.” (MABESOONE *et al.*, 1991, p. 27). Sua localidade típica é a Praia de Maria Farinha no município de Paulista (PE), que é a mais setentrional daquele município, e se localiza na Sub-Bacia Olinda.

Duas secções podem ser identificadas do ponto de vista litológico. Nesse sentido, Mabesoone (1991b, p. 70) revela que a secção inferior é composta precipuamente por calcários detriticos de alto grau de pureza. Enquanto que a secção superior é formada por calcários margosos podendo apresentar intercalações argilosas.

Os calcários regressivos da Formação Maria Farinha que jaz concordantemente sobre os calcários transgressivos da Formação Gramame aduzem, entre si, similitudes litológicas, sedimentológicas, entre outras. Contudo, diferem entre si, em corolário de seu conteúdo fossilífero.

A Formação Maria Farinha data da Era Cenozoica, Período Terciário (Paleógeno), mais adequadamente de idade Paleocena e começo do Eoceno. Sua espessura é bastante delgada, não ultrapassando 35 metros. E ao contrário da Formação Gramame, não é amplamente distribuída ao longo de toda a extensão latitudinal, *onshore* (em terras), da Bacia da Paraíba. Suas ocorrências limitam-se à porção meridional da Bacia da Paraíba, contemplando a Sub-Bacia Olinda e, parcialmente a Sub-Bacia Alhandra. No município de João Pessoa, situado na Sub-Bacia Alhandra, a Formação Maria Farinha não é certificada, estando igualmente ausente na Sub-Bacia Miriri.

As colunas litoestratigráficas antecedentemente exaradas e idealizadas, inicialmente, por Mabesoone e Alheiros (1988) e Mabesoone *et al.* (1991a), e, posteriormente, atualizadas por Souza *et al.* (2002, p. 19), Barbosa *et al.* (2003, p. 96 e 106), Barbosa (2004, f. 202), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006. p. 124),

serão aqui retomadas. Nessa perspectiva, as ressalvas, acerca das quais houve referências, serão realizadas, cronologicamente, tomando-se por base algumas das colunas litoestratigráficas, ora mencionadas.

Para Mabesoone e Alheiros (1988, p. 477 e 478) a área correspondente à atual Sub-Bacia Miriri pertence à Sub-Bacia Canguaretama. E apesar de prenunciarem a existência da Sub-Bacia Miriri, ao observarem divergências geológicas significativas entre o segmento sul e o segmento norte da Sub-Bacia Canguaretama, preferiram classificar a área como concernente a uma única sub-bacia, a de Canguaretama. Essa, por sua vez, e na opinião daqueles profissionais, demonstra preenchimento lítico totalmente diferente das Sub-Bacias Olinda e Alhandra. Na realidade, o preenchimento lítico da Sub-Bacia Miriri em relação às Sub-Bacias Olinda e Alhandra basicamente difere pelo fato de na Sub-Bacia Miriri não constar a Formação Maria Farinha.

A concepção de Mabesoone *et al.* (1991a, p. 23) avança um pouco mais, ao incorporar a divisão da Sub-Bacia Canguaretama em duas. O setor sul passa a se chamar de Sub-Bacia Miriri e o setor norte continua a se chamar Sub-Bacia Canguaretama. Essa nova óptica foi proposta por Mabesoone e Alheiros (1991, p. 41). Para esses pesquisadores “as Sub-Bacias Miriri, Alhandra e Olinda, formariam estratigraficamente, uma bacia independente, a verdadeira Bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba.” (MABESOONE; ALHEIROS, 1991, p. 42).

Para os autores anteriormente apontados, a exemplo de Mabesoone e Alheiros (1988), Mabesoone *et al.* (1991a), Souza *et al.* (2002, p. 19), Barbosa *et al.* (2003, p. 96 e 106), Barbosa (2004, f. 202), Lima Filho, Barbosa e Souza (2006. p. 124), as Sub-Bacias Olinda, Alhandra e Miriri, trazem consigo a mesma coluna lito e genético-estratigráfica. Homogeneidade ainda aceitável, mesmo que parcialmente, em escalas pequenas que abrangem toda a extensão da atual Bacia da Paraíba. Entretanto, sua aplicação em escalas grandes ou em determinadas áreas da Bacia da

Paraíba, a exemplo do município de João Pessoa, não deve ser executada sem as ressalvas aqui retratadas. Portanto, e apenas para exemplificar o que foi afirmado previamente, a Formação Maria Farinha encontra-se presente na Sub-Bacia Olinda, parcialmente presente na Sub-Bacia Alhandra (não há na área objeto de estudo) e ausente na Sub-Bacia Miriri.

Deixa-se registrado que nem todos comungam desta ideia. Neste grupo pode-se citar Barreto *et al.* (2002), que ao examinar os campos de dunas inativos do litoral norte da Paraíba, defende a evidência, não só da Formação Gramame, como igualmente da Formação Maria Farinha, mesmo considerando que a referida região acha-se ao norte da Falha Mamanguape e, consequentemente do Alto Estrutural de Mamanguape, conforme se depreende da declaração infra:

A área de estudo localiza-se no Estado da Paraíba, entre a porção setentrional da Baía da Traição e o limite com o Rio Grande do Norte [...]. As mais importantes unidades litoestratigráficas sedimentares pré-quaternárias, que ocorrem no trecho estudado são os carbonatos marinhos fossilíferos das Formações Gramame e Maria Farinha, de idades cretácea e terciária, porém não aflorantes. (BARRETO *et al.*, 2002, p. 4 e 5).

Nessa trajetória, a coluna lito e genético-estratigráfica das Sub-Bacias Olinda, Alhandra e Miriri, apresentam nuances. Por conseguinte, no estado da arte, qualquer tentativa de homogeneizar é extremamente generalista e tenciona analisar a questão em macro escala, o que pode ser plenamente justificável em virtude dos objetivos a que se propõe. Muitas vezes a simples adoção daquelas propostas lito e genético-estratigráficas sem o devido cuidado de atestar não só os novos conhecimentos gerados como, fundamentalmente, a escala de abordagem leva a um panorama fictício.

## 4 GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

### 4.1 INTRODUÇÃO

A investigação geomorfológica de uma determinada unidade areal pode ser realizada em diversas focalizações. Assim sendo, o relevo pode ser enfocado nas seguintes perspectivas: morfocronológica, morfogenética, morfológica e morfodinâmica. Sendo que, em geral, uma dessas emerge como norteadora. Pode-se igualmente eleger os aspectos estruturais ou climáticos, ou ainda as múltiplas categorias de processos e formas (pluvial, fluvial, costeira, eólica, entre outras). Entretanto, essas orientações não são excludentes. Na verdade elas interagem e se completam.

Nesse sentido, o âmago desta tese concentra-se, conforme visto na seção 1.3.3 (Metodologia da Pesquisa Geomorfológica), na morfologia, ou seja, na descrição e mensuração das unidades geomorfológicas aqui identificadas. Apesar do exposto, procurar-se-á evitar a omissão dos fatos geomorfológicos de maior envergadura, que extrapolam a esfera morfológica. Alguns dos fatos geomorfológicos são primordiais para o entendimento dos comportamentos geomorfológicos que serão doravante suscitados. Desse modo, formulações de ordem morfocronológica, morfogenética e morfodinâmica, foram e serão, em menor ou maior intensidade, comentados de maneira coadjuvante. Este mesmo raciocínio aplica-se às questões estruturais, climáticas e às categorias de processos e formas.

As explicações morfológicas centradas na morfografia são desenvolvidas no propósito de sua inserção em termos geossistêmicos. É bem verdade que nem sempre os atributos geossistêmicos ficam explícitos.

A geologia regional, discutida com maior verticalidade no capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba), é indispensável para a avaliação

da geologia local, da mesma forma que a geomorfologia regional é basilar para a compreensão da geomorfologia do município de João Pessoa. Diante dessa verificação uma breve consideração sobre a geomorfologia regional será efetuada.

Concluídas as etapas precedentes, seguir-se-á para a classificação das formas de relevo. Nesta individualização, almeja-se não só o reconhecimento das unidades de relevo e suas respectivas peculiaridades, como identicamente uma sólida integração do relevo com os demais elementos dos sistemas ambientais físicos e biológicos (geossistemas). E, finalmente, conclui-se esta temática com o mapeamento das unidades geomorfológicas mais expressivas do município de João Pessoa.

Esta compartimentação do relevo, cuja síntese é o mapa que versa sobre a compartimentação geomorfológica do município de João Pessoa (mapa 11), serve, inclusive, como indicador espacial, assinalando “até onde uma providência de ordem administrativa ou planejamento pode ser posta em prática sem se tornar inadaptada às condições naturais da unidade”. (PROJETO RADAMBRASIL, 1981, p. 308).

#### 4.2 EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA REGIONAL

As formas de relevo contemporâneas constituem uma etapa inserida em um *continuum* evolutivo. Em várias situações, as indagações geomorfológicas têm suas respostas nas interpretações de fenômenos climáticos e geológicos pretéritos. Alguns desses episódios podem ter ocorrido no espaço de circunscrição imputado a este trabalho. Todavia, a grande maioria aconteceu em localidades que dele se distanciam. Em decorrência desse fato a análise da geologia e da geomorfologia regional revela-se, no mínimo, desejável.

Isto posto, e em razão da área pesquisada posicionar-se em uma Bacia

Sedimentar, os eventos surgidos em sua área-fonte são de especial envergadura. Face ao exposto, o exame sucinto da evolução geomorfológica regional não apenas se justifica como se mostra imperativo.

#### 4.3 CLASSIFICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DA PARAÍBA

Preliminarmente é oportuno ressaltar que as particularizações a seguir fundamentam-se essencialmente em Marinho (2002, f. 92-100). Esses exames foram devidamente modificados para serem adotados nesta perquirição.

No bojo de tais esclarecimentos, a metodologia usada em escalas menores e, pela via da consequência, as ilações conseguidas são, às vezes, incompatíveis em escalas maiores. A abordagem geomorfológica em termos de estado da Paraíba é quase sempre, inconciliável com as discussões ao nível de município de João Pessoa. Esta incompatibilidade manifesta-se claramente em termos não só cartográficos como semelhantemente em termos metodológicos. Portanto, as alegadas trasladações, mesmo sendo compatíveis ainda carecem de determinadas adequações.

O escasso conhecimento geomorfológico singularizado, de certas partes do território da Paraíba, vem lentamente sendo contornado por uma ou outra explanação dada a lume. Algumas dessas contribuições foram analisadas na seção 1.4 (Revisão da Literatura) e serão, na sequencia, reavaliadas sob nova focalização. Desta forma, o arsenal de registros geomorfológicos da Paraíba vem sendo enriquecido, embora paulatinamente, por intermédio daquelas publicações de cunho mais localizado espacialmente. Os poucos, porém vastos relatórios acerca da Geomorfologia do Nordeste, mais comuns nas décadas de 1970 e 1980, também impulsionaram significativamente o incremento do conhecimento geomorfológico sobre a Paraíba. Nesse sentido a Geomorfologia da Paraíba vem sendo timidamente

conhecida através dos métodos indutivos e dedutivos. Ambos imprescindíveis à Geomorfologia. Embora os dois métodos (indutivos e dedutivos) sejam aqui explorados, o método dedutivo é o mais requerido nestas averiguações, conforme salientado na seção 1.3.2 (Métodos).

Apesar destas colaborações, o quadro geomorfológico paraibano se mantém insatisfatoriamente pormenorizado e, por isso, o conhecimento hodierno é modesto. Isto posto, pode-se assegurar que a Paraíba se ressente de investigações geomorfológicas de caráter frequente e continuada e, naturalmente, pelo reduzido acúmulo de dados desta natureza, específicos do Estado. Assentamentos oriundos, predominantemente, das ponderações no âmbito das geociências, regionalizados em termos de Nordeste. E como se isto não bastasse, a Paraíba não desperta mais tanto interesse entre os geomorfólogos nacionais e internacionais, como despertava nas décadas de 1950 e 1960, cenário facilmente comprovado através da sondagem da literatura geomorfológica.

Retomando a questão dos estudos geomorfológicos de natureza pontual sobre a Paraíba, alguns comentários tornam-se aqui convenientes. Entre os textos geomorfológicos de maior fôlego, realizados recentemente e com utilização de técnicas modernas, pode-se evidenciar diminutos exemplos. Contemplando trechos distintos pertencentes a mesorregiões da Mata Paraibana, merecem destaque as produções acadêmicas de Araújo (1993), Sá (1998), Marinho (2002) e Furrier (2007). Nas demais mesorregiões os trabalhos mais significativos são da lavra de Morais Neto (1999) e Corrêa (2001). Sendo que ambos apresentam direcionamento mais regional, extrapolando os limites estaduais. No entanto, tomando-se por base as quatro mesorregiões paraibanas (Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano) em nenhuma dela tem-se um horizonte animador.

A conjuntura da mesorregião paraibana da Mata Paraibana, em termos de conhecimento geomorfológico, é igualmente crítica. Assim como ocorre com a

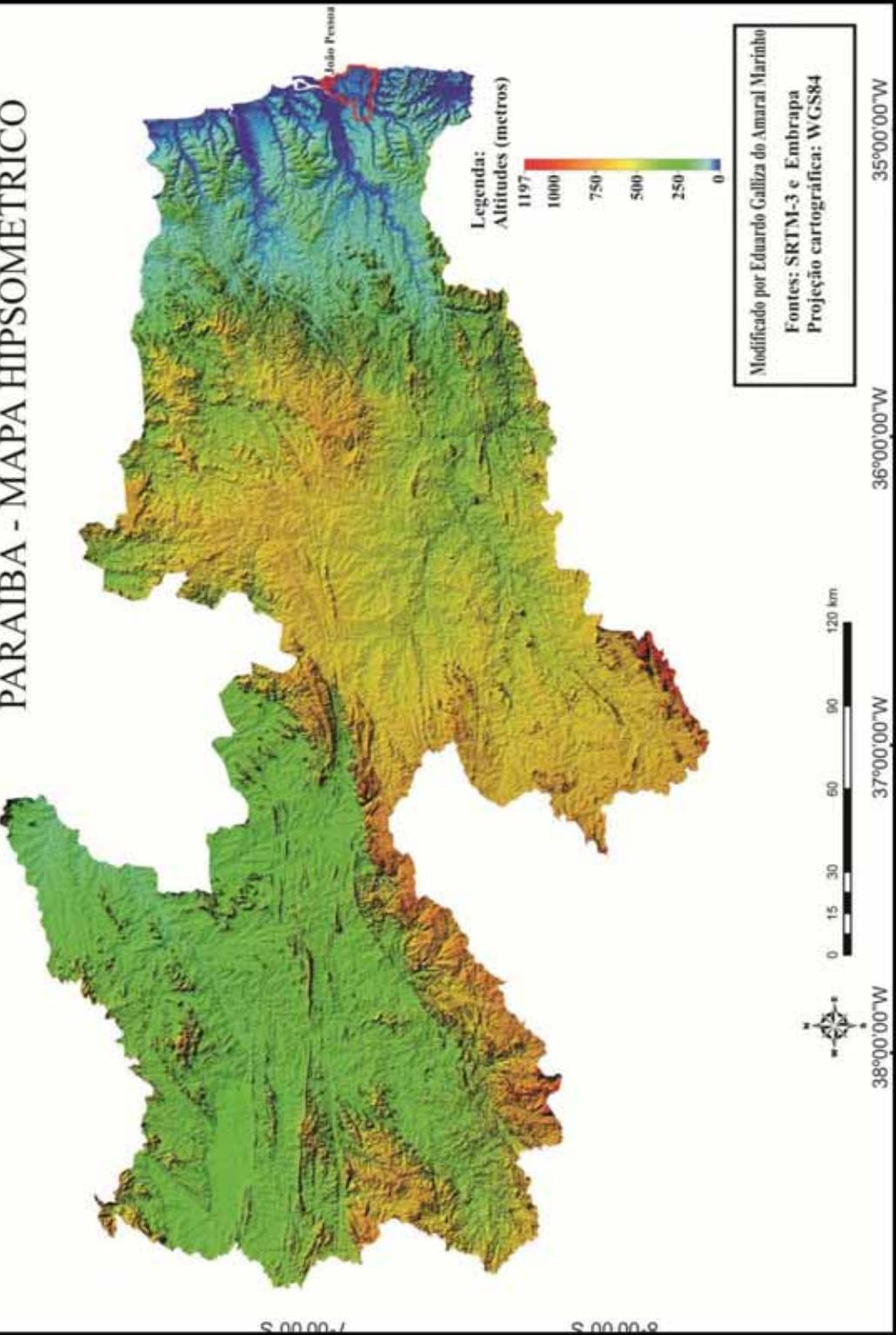
Geomorfologia do estado da Paraíba, as obras específicas atinentes à Geomorfologia da mesorregião paraibana da Mata Paraibana são praticamente inexistentes. Com exceção de raras publicações, anteriormente citadas tanto nesta seção (4.3 - Classificações Geomorfológicas da Paraíba), quanto na seção 1.4 (Revisão da Literatura), as demais se limitam, em geral, a mera transposição dos relatos geomorfológicos de excepcional amplitude, obtidos em níveis regional e estadual. Neste quadro insere-se a geomorfologia sobre o município de João Pessoa. As particularidades geomorfológicas de João Pessoa, uma vez constatadas, às vezes, é impossível de mapeá-las, ou mesmo analisá-las, em razão das pequenas escalas cartográficas empregadas no âmbito estadual e/ou regional. Logo, as peculiaridades geomorfológicas locais permanecem insuficientemente esmiuçadas.

Diante disso, a caracterização geomorfológica proposta para esta circunspeção necessita, incontestavelmente, de informações amplas, entretanto, compatíveis com os fatos geomorfológicos em tela. Prosseguindo nessa linha de raciocínio, procurou-se a compatibilidade entre a metodologia e a escala de grandeza dos fenômenos observados. Por esse motivo justifica-se plenamente uma breve explanação acerca do relevo da Paraíba. Essas considerações introdutórias consubstanciaram a aplicação das classificações ao município de João Pessoa e sua respectiva apreciação crítica.

Antecedentemente a alusão às principais classificações geomorfológicas do estado da Paraíba, é exibido o mapa hipsométrico do referido Estado (mapa 05). Esse mapa, além de situar a área em elucidação no contexto altimétrico paraibano, concorre para um melhor entendimento das mencionadas temáticas. A altitude, notadamente o gradiente altimétrico, é uma importante variável geomorfológica. Nesse sentido, os desníveis topográficos sofrem constantemente a ação da erosão através dos mais variados agentes, notadamente das águas pluviais e fluviais. A altimetria, revelada através das cartas e mapas planoaltimétricas, é o ponto de

MAPA 05 - ALTIMETRIA E FEIÇÕES DO RELEVO DO ESTADO DA PARAÍBA, COM BASE NAS IMAGENS SRTM-3

### PARAÍBA - MAPA HIPSOMÉTRICO



FONTE: Miranda, (2005), com alterações introduzidas pelo autor.

NOTA: A simples contemplação deste mapa prenuncia a complexa compilação geomorfológica do estado da Paraíba, em suas linhas gerais.

partida do diagnóstico geomorfológico.

Nesse aspecto, a classificação geomorfológica do estado da Paraíba, proposta por Carvalho (quadro 04), “procura relacionar em suas linhas gerais, as formas de relevo com a geologia e o clima” (CARVALHO, 1982, p. 15).

QUADRO 04 - CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA: ESTADO DA PARAÍBA - 1982

**SEGUNDO MARIA GELZA ROCHA FERNANDES DE CARVALHO**

**A - Setor Oriental Úmido e Subúmido:**

1. Áreas sedimentares marinhas e flúvio-marinhais:
  - 1.a. Formações recifais.
  - 1.b. Baixada litorânea: praias, restingas, dunas, mangues.
2. Áreas sedimentares continentais:
  - 2.a. Baixo Planalto Costeiro: superfície preservada e dissecada, colinas residuais, falésias.
  - 2.b. Planícies aluviais.
  - 2.c. Chapadas.
3. Áreas cristalinas:
  - 3.a. Depressão sublitorânea.
  - 3.b. Esporões do Maciço da Borborema.
  - 3.c. Escarpas orientais do Maciço da Borborema.

**B - Setor Ocidental Subúmido e Semi-Árido:**

1. Áreas cristalinas:
  - 1.a. Superfície aplainada do Maciço da Borborema.
  - 1.b. Maciços residuais: serras e inselbergs.
  - 1.c. Depressão tectônica do Curimataú.
  - 1.d. Pediplano sertanejo.
2. Áreas sedimentares continentais:
  - 2.a. Chapadas.
  - 2.b. Depressão do rio do Peixe.

FONTE: CARVALHO, Maria Gelza Rocha Fernandes de. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica.** João Pessoa: UFPB/FUNAPE, 1982., com modificações no leiaute realizadas pelo autor.

O município de João Pessoa, consoante com a classificação acima, coloca-se exclusivamente no Setor Oriental Úmido e Subúmido. Todas as formas de relevo enquadradas pela categoria 1 (áreas sedimentares marinhas e flúvio-marinhas), são aqui encontradas, enquanto que nas formas de relevo enquadradas pela categoria 2 (áreas sedimentares continentais), apenas as chapadas estão ausentes. Com relação às formas de relevo pertencentes à terceira e última categoria deste Setor, correspondente a áreas cristalinas nenhuma das formas explicitadas pela autora é aqui localizada.

Mais recentemente, outra tentativa de agrupamento sistemático das formas de relevo da Paraíba foi confeccionada através de cartograma por Melo (1985) (quadro 05 e mapa 06). Esta classificação obedece aos traços gerais da catalogação da lavra de Carvalho (1982), embora apresente um maior realce nos processos geomorfológicos, relacionando-os com as formas de relevo resultantes.

O enquadramento do município de João Pessoa frente a esta classificação (MELO, 1985) é similar ao posicionamento diante da classificação de Carvalho (1982). Nessa trajetória, e tomando por base a terminologia adotada por Melo (1985), o referido município circunscreve-se, em sua totalidade, no Domínio Quente e Úmido e Subúmido. Das cinco classes pertencentes a este Domínio as seguintes são identificadas na área em estudo: 1. Terras baixas costeiras: áreas de acumulação marinha, flúvio-marinha e eólica; 2. Baixos planaltos sedimentares (tabuleiros); e 3. Planícies aluviais embutidas nos Tabuleiros (várzeas). As duas outras categorias do Domínio Quente e Úmido e Subúmido, a saber: Depressão sublitorânea (escudo rebaixado e aplainado, modelado em colinas baixas com topo plano e / ou convexo) e Escarpa Oriental da Borborema dissecada e falhada não são aqui encontradas.

As classificações, acima mencionadas, são bastante semelhantes entre si. Essas classificações seguem um mesmo padrão lógico. Ambas foram bem recebidas pela comunidade geocientífica local, sendo ainda nos dias hodiernos, norteadoras de

QUADRO 05 - CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA: ESTADO DA PARAÍBA - 1985

**SEGUNDO ANTONIO SÉRGIO TAVARES DE MELO (VIDE MAPA 06)**

**A - Domínio Quente e Úmido e Subúmido:**

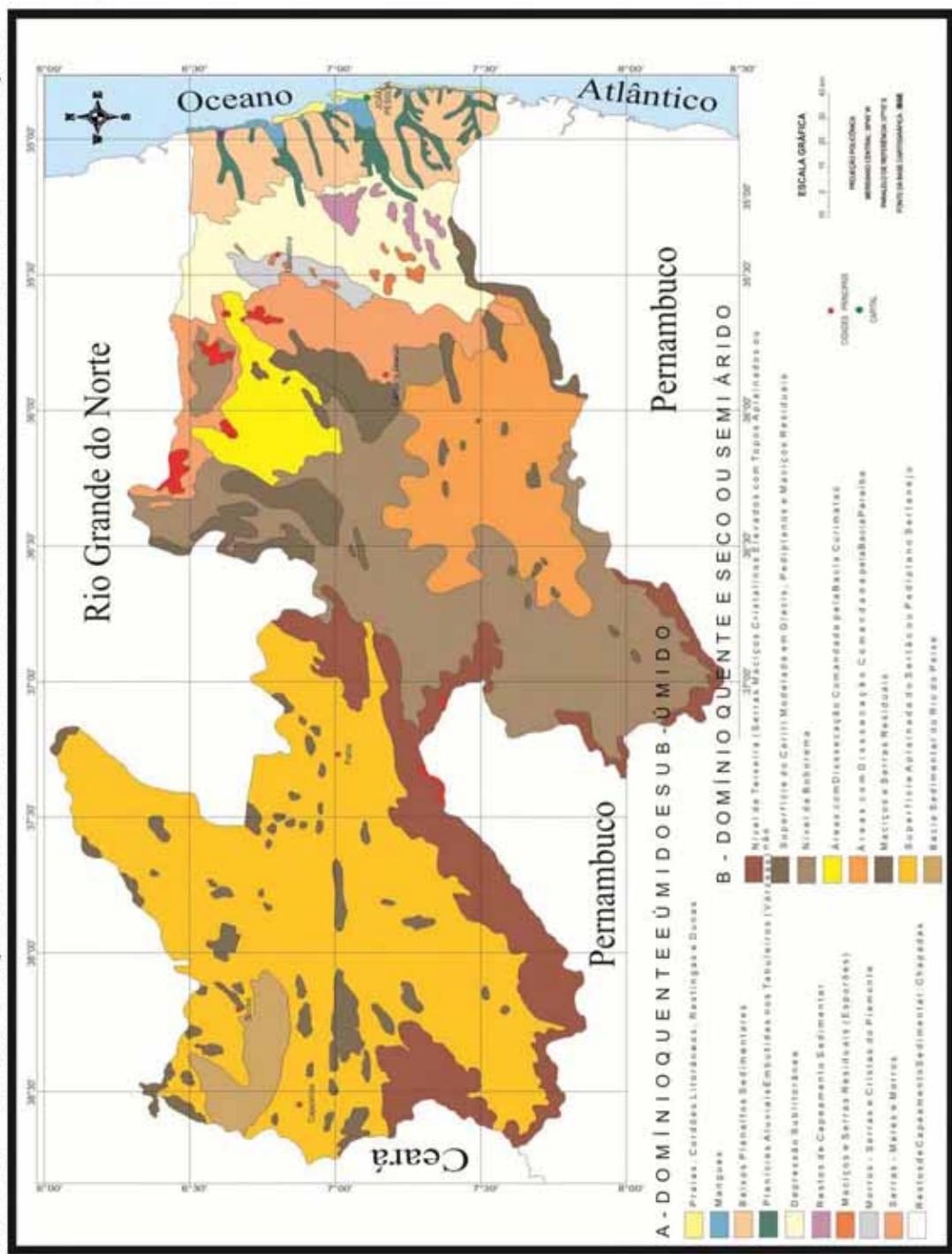
1. Terras baixas costeiras: áreas de acumulação marinha, flúvio-marinha e eólica:
  - 1.a. Praias, cordões litorâneos, restingas e dunas.
  - 1.b. Mangues.
2. Baixos planaltos sedimentares (Tabuleiros).
3. Planícies aluviais embutidas nos Tabuleiros (Várzeas).
4. Depressão sublitorânea (Escudo rebaixado e aplainado, modelado em colinas baixas com topo plano e / ou convexo):
  - 4.a. Restos de capeamento sedimentar.
  - 4.b. Maciços e serras residuais (Esporões).
5. Escarpa oriental da Borborema dissecada e falhada:
  - 5.a. Morros, serras e cristas do piemonte.
  - 5.b. Serras e Mares de Morros.
  - 5.c. Restos de capeamento sedimentar: chapadas.

**B - Domínio Quente e Seco ou Semi-Árido:**

1. Planalto da Borborema:
  - 1.a. Nível de Teixeira (Serras e maciços cristalinos elevados com topos aplainados ou não).
  - 1.b. Superfície do Cariri modelada em glacis, pediplanos e maciços residuais.
  - 1.c. Nível da Borborema.
  - 1.d. Áreas com dissecação comandada pela bacia do Curimataú.
  - 1.e. Áreas com dissecação comandada pela bacia do Paraíba.
  - 1.f. Restos de cobertura sedimentar elevados (chapadas e morros testemunhos).
  - 1.g. Maciços e serras residuais.
2. Superfícies aplainadas do Sertão ou Pediplano Sertanejo:
  - 2.a. Maciços e serras residuais importantes.
  - 2.b. Bacia sedimentar do Rio do Peixe.

FONTE: MELO, Antonio Sérgio Tavares de. Cartograma II/4 - relevo. In: PARAÍBA (estado) Secretaria da Educação e Universidade Federal da Paraíba. **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. seção: II (quadro natural), p. 29. Escala gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, com modificações no leiaute realizadas pelo autor.

MAPA 06 - CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DA PARAÍBA DE MAIOR DIVULGAÇÃO



NOTA: Classificação do relevo do estado da Paraíba, fundamentada na noção de domínios. As unidades geomorfológicas são agrupadas em duas grandes classes: Domínio Quente e Úmido e Subúmido e o Domínio Quente e Seco ou Semiárido. A área em estudo localiza-se no primeiro Domínio.

grande parte dos trabalhos geomorfológicos desenvolvidos sobre a Paraíba.

Entretanto, as propostas de Carvalho (1982) e de Melo (1985) podem e devem ser aperfeiçoadas. Nesse sentido, Marinho (2002, f. 92-100) ao comentar essas contribuições, fez uma análise crítica sobre as mesmas. Por estar de acordo com os discernimentos apresentados por Marinho (2002, f. 92-100), optou-se por aderir apenas parcialmente as classificações ora ventiladas. Em decorrência das peculiaridades teóricas, metodológicas e escalares desta pesquisa, as adaptações, frente às propostas em tela denotam-se imperativas.

Nessa perspectiva, o enquadramento do município de João Pessoa, frente às classificações anteriormente analisadas, pode ser sintetizada da forma a seguir expressa. Na proposição de Maria Gelza Fernandes de Carvalho (1982) o município em tela emoldura-se exclusivamente no Setor Oriental Úmido e Subúmido. E no Domínio Quente e Úmido e Subúmido, na categorização organizada por Antonio Sérgio Tavares de Melo (1985).

#### 4.4 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DE JOÃO PESSOA

Com fulcro nos materiais, nos métodos e nas metodologias selecionadas, previamente individualizadas (seção 1.3 - Materiais, Métodos e Metodologia), corroborados com os esclarecimentos prestados, mormente no item antecedente (seção 4.3 - Classificações Geomorfológicas da Paraíba), aventa-se o enquadramento das formas de relevo do município de João Pessoa. Conforme as reflexões levadas a efeito, as formas de relevo aqui reveladas são agrupadas em três principais categorias ou compartimentos, a saber: a) Planícies Costeiras; b) Planícies Aluviais; e c) Baixos Planaltos Costeiros.

Estes compartimentos representam um padrão, em termos de paisagem geomorfológica, que se estende por todo o litoral paraibano, quiçá, para o litoral

contíguo dos estados vizinhos. Contudo, as peculiaridades geomorfológicas locais tornam-se as ressalvas imperativas. Diante desse fato, a alegada monotonia das formas de relevo do litoral paraibano fica cada vez mais insubstancial.

As nuances, em termos de processos e formas, existentes nestes três basilares compartimentos geomorfológicos, resultam na necessidade imperativa de dividi-los. Destarte, nas Planícies Costeiras foram admitidos cinco subcompartimentos. As Planícies Aluviais, embora apresentem uma notável diversidade de formas de relevo, foram abordadas de maneira particularizada. E finalmente os Baixos Planaltos Costeiros foram subdivididos em três frações.

As formas de relevo erigidas nas Planícies Costeiras, na Planície Aluvial e nos Baixos Planaltos Costeiros nem sempre foram identificadas, avaliadas e, notadamente, mapeadas, procedimento que se justifica em consequência da metodologia utilizada. Como visto na seção 1.3.3 (Metodologia da Pesquisa Geomorfológica), esta tese enquadra-se precipuamente na quarta ordem de grandeza da metodologia de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965). Em vista disso, apenas as formas de relevo que se enquadram na quarta ordem de grandeza, ou próxima a ela, serão objeto das considerações a seguir.

#### 4.4.1 Planícies Costeiras

##### 4.4.1.1 Introdução

Os atributos do relevo costeiro ou litorâneo advêm da atuação de inúmeros fatores, que operam em distintas escalas temporais e areais. A maior ou menor importância dos determinantes do relevo costeiro deve-se às peculiaridades locais e, fundamentalmente, à orientação metodológica adotada. Porém, sempre é oportuno ressaltar que todos esses elementos agem de modo interligado, sendo difícil

precisar, na prática, seus limites e mensurar sua importância.

Ao diagnosticar o relevo sobre o ponto de vista morfocronológico, por exemplo, a história geológica e os paleoclimas adquirem importância exponencial. Como a perspectiva aqui empregada é a morfológica, em especial a morfográfica, as questões relacionadas com a herança geológica e paleoclimática foram aprofundadas no capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba). As informações paleogeográficas, ali tratadas, oferecem um tênué panorama para a explicação do relevo costeiro do município de João Pessoa sob o aspecto morfocronológico.

Em termos morfológicos, genericamente sobressaem-se a Geomorfologia Submarina, próxima à linha do litoral; as condições climáticas presentes, sobretudo a frequência e magnitude dos ventos; as características geológicas, geomorfológicas e hidrográficas das regiões continentais adjacentes; os reguladores oceanográficos, entre outros. As especificidades climáticas, geológicas e hidrográficas locais foram objeto, respectivamente, da seção 2.1.1 (Climatologia), do capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba) e da seção 2.1.2 (Hidrografia). Além do mais, a ação desses componentes dos geossistemas sobre o relevo costeiro constitui objeto de vasta bibliografia. Por essa razão os sucintos comentários a seguir serão limitados basicamente aos reguladores oceanográficos, com destaque para o papel geomorfológico do gradiente de marés e do transporte sedimentar litorâneo. Portanto, será definido e, subsequentemente, analisado o comportamento desses dois significativos condicionantes oceanográficos e sua atuação no espaço circunscrito para esta pormenorização.

Nesse encadeamento coerente das ideias, o gradiente de marés, também designado de amplitude de marés, consiste nas dissimilitudes altimétricas entre a preamar e a baixa-mar anterior ou posterior. Em termos de relevo costeiro, a amplitude das marés é um importante agente modelador em virtude da velocidade

das correntes associadas a essa tipologia de relevo.

No município de João Pessoa e, por extensão na Paraíba - em menor escala nos estados limítrofes -, ocorre dificuldades de acesso a certos trabalhos geocientíficos em algumas situações e a carência deles em outras. Tal fato impossibilita uma melhor compreensão de suas respectivas peculiaridades ambientais. Os números pertinentes às oscilações de marés se enquadram perfeitamente neste contexto. Na tentativa de definir os pontos de contorno da linha atual de preamar máxima do litoral do município de Ipojuca, em Pernambuco, Manso (2003) deparou-se com o problema de insuficiência e ausência de dados sobre amplitude de marés.

As marés para o litoral sul do Estado de Pernambuco, são monitoradas através de **poucas estações maregráficas**. Atualmente, a DHN realiza previsões de marés para apenas dois pontos da costa: Porto do Recife e Porto de Suape. [...] Embora não haja previsão sistemática para a área, existem registros de maré realizados pela DHN, no período de março à abril de 1961, que a classifica como sendo mesomaré semidiurna. (MANZO, 2003, não paginado, sem grifo no original).

As mensurações das amplitudes de marés, no município de João Pessoa, são inexistentes. Entretanto, utilizando-se do princípio da analogia, pode-se chegar a precisas ilações. Neste sentido, as referidas inferências são alicerçadas nas parcias comensurações sobre o comportamento das marés obtidos pela estação maregráfica do Porto de Cabedelo, localizado no fronteiriço município homônimo.

Isto posto, o gradiente das marés no litoral em discussão não chega a três metros de altura. Corroborando com esse raciocínio, há autor certificando que, “tomando por base o porto de Cabedelo, o marégrafo [variante linguística de mareógrafo] já atingiu a cota de 2,36m.” (SILVA, 1986, f. 20). Desse modo, as amplitudes das marés conferem ao município de João Pessoa o regime de mesomarés, com determinadas características do regime de micromarés, padrão que pode ser estendido para todo o litoral do estado da Paraíba. A mesomaré aufere

“amplitudes de 2 a 4 m.” (MUEHE, 1998, p. 280).

As marés geram correntes que têm plurais implicações. A Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN, subordinada à Diretoria-Geral de Navegação - DGN da Marinha do Brasil possui algumas Cartas de Correntes de Marés, todavia, não contempla a área em estudo. Essas correntes interferem significativamente no transporte sedimentar.

O transporte sedimentar é um importante regulador oceanográfico. Preliminarmente a análise do transporte sedimentar é necessário precisar suas modalidades e suas respectivas nomeações.

Para diversos pesquisadores, a exemplo de Dominguez, Bittencourt e Martin (1983, p. 99) e Guerra e Guerra (1997, p. 194), o transporte de sedimentos paralelos à costa é denominado de deriva litorânea. Segundo Suguio (1992, p. 43), deriva litorânea é o “material movimentado na zona litorânea, principalmente por ação de ondas e correntes”.

O termo deriva litorânea é freqüentemente empregado na literatura para designar o transporte induzido pela corrente longitudinal. Esta designação causa certa confusão, pois o termo deriva é empregado para designar as correntes geradas pelo vento, ao passo que a corrente longitudinal resulta da direção de incidência das ondas. (MUEHE, 1998, p. 279)

Face ao exposto, o transporte litorâneo, por sua vez, é constituído pela mobilização de sedimentos, por ação marinha, de maneira paralela à linha do litoral. Este transporte de partículas é realizado pela corrente longitudinal (figura 22).

No litoral pessoense pode-se reconhecer duas áreas com propriedades geológicas, geomorfológicas e oceanográficas distintas. O promontório sobre o qual se assenta o Farol do Cabo Branco e a Estação Ciência, Cultura e Artes serve de marco divisório (figura 23). Partindo desse pressuposto, identifica-se na linguagem coloquial o litoral das falésias (meridional) e o litoral arenoso (setentrional). Em ambos os compartimentos, a orientação do transporte litorâneo é sul-norte.

A presença das falésias ativas, no litoral meridional, dificulta um desenvolvimento mais expressivo da zona intertidal maior. Em alguns trechos chega até mesmo a impossibilitar tal crescimento. Ressalva deve ser feita em relação à área sobre a qual foram edificados os bairros da Penha e Ponta dos Seixas. Nesta área a Planície Costeira chega a ultrapassar os 300 metros de largura.

FIGURA 22 - TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NO LITORAL PESSOENSE - 18 MAI 2007



FONTE: GOOGLE (2010)

NOTA: Transporte de sedimentos no litoral meridional do município de João Pessoa, evidenciando o sentido preferencial (sul-norte) destes deslocamentos. Assim como a interceptação parcial dos sedimentos pelos recifes.

No litoral setentrional, a agradação costeira acarretou uma ampla faixa de sedimentos que vão alargando-se sucessivamente na medida em que encaminha-se para o norte. Como consequência desse processo, as falésias vão se distanciando continuamente da linha do litoral até desaparecerem por completo. As falésias mais setentrionais servem de limite natural entre os bairros de São José e João Agripino e

distam até 1.590 metros da linha do litoral. Em latitudes inferiores a 07° 06' 03" não mais se observam falésias em João Pessoa.

FIGURA 23 - PORÇÃO NORTE DO PROMONTÓRIO DO CABO BRANCO - 09 MAI 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Na área em estudo o promontório do Cabo Branco é o de maior magnitude. Em termos geológicos, geomorfológicos e oceanográficos funciona como elemento demarcatório entre os litorais meridional e setentrional do município de João Pessoa.

É na zona intertidal maior ou prisma praial emerso, onde se situam as Planícies Costeiras. As formas de relevo aqui criadas são consequência da atuação de complexos processos de natureza marinha, flúvio-marinha e eólica. As Planícies Costeiras exibem as seguintes subunidades: praias (*beach*), nesta ocasião contemplando a zona intertidal menor, genericamente denominada de estirâncio (*foreshore*) e a zona intertidal maior, genericamente denominada de pós praia (*backshore*); dunas costeiras (*coastal dune*); cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos; e as planícies de marés (*tidal flat*).

Na atualidade os recifes (*reef*) não estão localizados, predominantemente, nas Planícies Costeiras, não obstante, eles foram considerados como uma subunidade dessa classe geomorfológica. Tal entendimento pode ser justificado em virtude de razões paleogeográficas e morfodinâmicas.

Apesar da nomenclatura Planícies Costeiras ser consagrada na literatura

geomorfológica, seu uso necessita de algumas explicações preambulares. Sob a óptica geomorfológica designa, *lato sensu*, as formas aqui apontadas: recifes, praias; dunas, cristas praiais, e planícies de marés. Por sua consagração, preferiu-se eleger a terminologia Planícies Costeiras, ela reflete a realidade geomorfológica, devido ao surgimento de inúmeras classes de planícies, a exemplo das enumeradas a seguir: planícies praiais, planícies de cristas de praia, planícies eólicas, planícies de marés, e outras.

#### 4.4.1.2 Recifes

Preliminarmente, é oportuno examinar e posteriormente distinguir os tipos de recifes. Os recifes podem ser areníticos, de natureza clástica (inorgânicos); coralígenos e/ou algáceos, de natureza biogênica (orgânicos); ou também mistos (areníticos com desenvolvimento de corais e/ou algas). Até o ano de 1870 “acreditava-se que no litoral brasileiro existissem apenas recifes de arenito” (GUERRA; GUERRA, 1997, p. 516). Segundo Guerra e Guerra (1997, p. 516), Hartt foi o primeiro cientista a identificar os recifes de corais no Brasil. Nesse contexto, Hartt (1870, p. 174-214) dedicou um capítulo - *The Islands and Coral Reefs of the Abrolhos* -, aos recifes de corais de Abrolhos. Sobre os recifes areníticos e de corais a interpretação de Mabesoone, citado por Christofolletti (1980, p. 139), é bastante esclarecedora à tese de que “embora tenha sido verificada a existência de corais nos recifes brasileiros, ainda não foi provada a existência de recifes coralígenos nas águas brasileiras”.

Os recifes aqui revelados são mistos. Ou seja, são recifes orgânicos (corais e/ou algas) superpostos aos recifes areníticos e estão presentes em todo o litoral da Paraíba e, por extensão, no litoral oriental do Nordeste do Brasil. Sua efetivação está ligada a cimentação de antigas linhas de praias, por carbonato de cálcio ou

óxido de ferro. Entretanto, o mecanismo de cimentação permanece controverso.

A dúvida está relacionada principalmente à fonte do cimento: se ligada exclusivamente a água do mar, ou a influência de água doce subterrânea ou ao cimento originário da mistura de água doce e água marinha, ou ainda a ordem biogênica. (GUERRA; MANSO, 2004, p. 110).

Pelo fato de os recifes sinalizarem linhas de praias antecedentes, sua morfogênese atrela-se aos mais recentes períodos de regressão e transgressão marinhas (eustatismo), assim como, aos soerguimentos e rebaixamentos do continente. Sobre a gênese dos recifes, Chaves (2000) elaborou modelo evolutivo de acentuada relevância didática que se aplica à grande maioria dos casos observados na Paraíba.

Portanto, esses recifes podem ser encontrados em toda a região correspondente às variações recentes da zona intertidal menor provocadas pelos fenômenos anteriormente enfocados. Seguindo esta linha de raciocínio é bem provável que remanesçam recifes inumados nas Planícies Costeiras de João Pessoa.

Quando localizados próximos e à retaguarda da zona intertidal menor e em baixas profundidades, eles podem se constituir em verdadeiros obstáculos à navegação. Diante destas constatações os recifes são classificados como recifes em barreiras.

Na Paraíba, em geral, os recifes apresentam disposição longitudinal e descontínua. Organizam-se espacialmente mantendo certo paralelismo com a atual linha do litoral. Os alinhamentos recifais mais imediatos à linha do litoral e mais superficiais, em baixa-mar, emergem.

No município de João Pessoa as saliências de maior envergadura da linha do litoral, independente de sua natureza - continental ou marinha -, estão parcialmente protegidas da ação das vagas devido à ocorrência de recifes (figura 24). Exemplifica esta afirmação os recifes estabelecidos no Costa do Sol, Penha,

FIGURA 24 - LITORAL SETENTRIONAL DE JOÃO PESSOA E OS RECIFES - 20 JAN 2008



FONTE: GOOGLE (2010)

NOTA: Os recifes desempenham importante papel na dinâmica litorânea. Desse modo, oferecem subsídios para a compreensão da evolução costeira. A imagem em tela destaca o litoral setentrional do município de João Pessoa, onde as saliências da costa são protegidas pelos recifes.

FIGURA 25 - RECIFE DE PICÃOZINHO: GRANDE ATRATIVO TURÍSTICO - 20 JAN 2008



FONTE: GOOGLE (2010)

NOTA: O recife de Picãozinho exerce forte atrativo turístico e por esse motivo é extremamente impactado.

Ponta do Seixas, porção meridional do litoral do Cabo Branco, nas adjacências da divisa do litoral de Tambaú e Manaíra, Jardim Oceânia e Bessa.

No litoral do Bessa há uma intensa propagação dos recifes coralígenos e algais, se comparados com os recifes posicionados no litoral norte da Paraíba (por exemplo, os recifes da Barra de Mamanguape). Entre as hipóteses que justificam esta individualidade está o reduzido aporte de ácidos húmicos no litoral norte de João Pessoa. A constância desses ácidos provoca a dissolução do carbonato de cálcio, causando a erosão dos recifes areníticos e dificultando ou impedindo a proliferação de algas calcárias e corais. Esses ácidos são lançados ao oceano pelos rios, e seu aporte, no litoral de João Pessoa, é reduzido e se dispersa com rapidez.

A cerca de 1.440 metros da linha do litoral de Tambaú tem início o mais impactado dos recifes pessoenses. Essa asserção refere-se ao recife de Picãozinho (figura 25), que manifesta igualmente forma linear, com cerca de 400 metros de comprimento por 125 metros de largura. Sendo impetuosamente frequentado por turistas, constituindo um dos principais pontos de visitação do município.

#### 4.4.1.3 Praias

Em virtude da falta de precisão terminológica, o estudo das praias encontra nesta questão, um obstáculo ao seu pleno desenvolvimento. “Não há consenso na utilização de uma série de termos que, mesmo na língua inglesa, apresentam definições contrastantes” (MUEHE, 2010, p. 255). Em vista disso, os termos empregados serão, sempre que oportuno, delimitados conceitualmente.

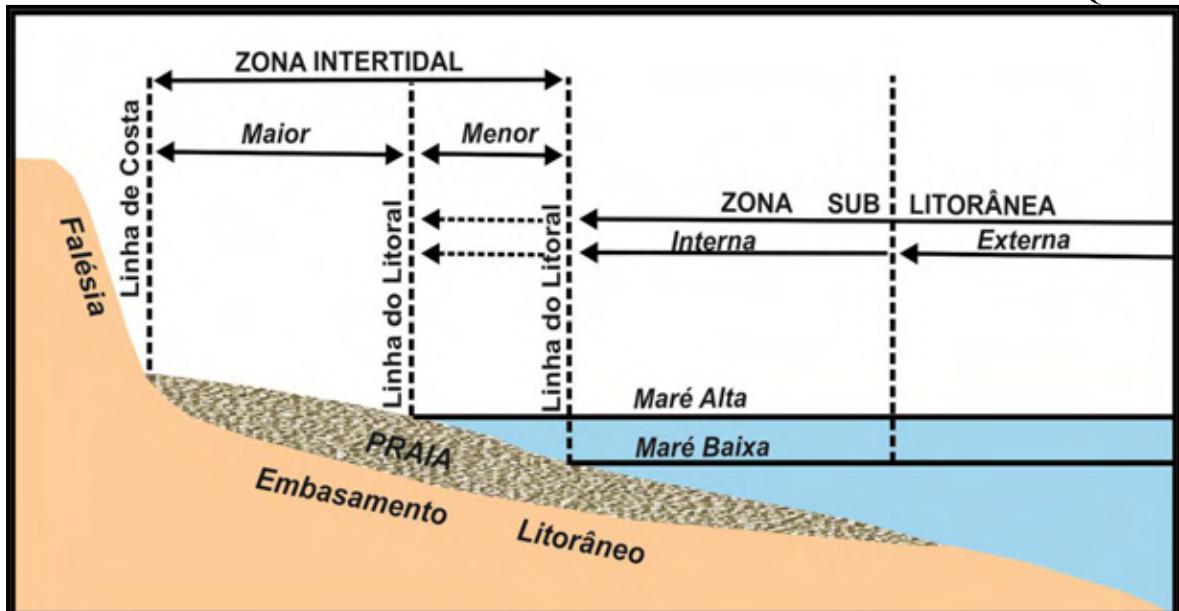
Nesse sentido, as praias “são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentar mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré” (MUEHE, 2010, p. 291). Portanto, constituem depósitos sedimentares inconsolidados, e como tal não foram ainda atingidos por

diagênese.

O perfil praial, ou perfil litorâneo como prefere Christofoletti (1980, p. 128), prolonga-se por diversos segmentos, cada um com suas peculiaridades. Corroborando com as colocações iniciais desta seção, cada uma destas faixas recebe, quase sempre, designação dissímil, conforme determinados autores.

Por essa razão tornou-se imperativa a escolha de uma terminologia para ser aplicada nesses comentários. No âmbito da Geomorfologia, no Brasil, dois modelos de perfil costeiro foram bastante difundidos. Trata-se dos modelos de Christofoletti (1980, p. 128) e Muehe (2010, p. 257). E, no bojo de tais esclarecimentos, elegeu-se a nomenclatura praial exposta por Christofoletti (1980, p. 128) (figura 26). Nesta linha de raciocínio, as praias abrangem a zona sublitorânea interna (*offshore*) e as zonas intertidal menor (*foreshore*) e maior (*backshore*). Deste conceito, não serão examinados os sedimentos submersos equivalentes à zona sublitorânea interna (*offshore*).

FIGURA 26 - PERFIL LITORÂNEO COM TERMINOLOGIA ADOTADA NESTA PESQUISA



FONTE: CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. edição (revista e ampliada). São Paulo: Edgard Blücher, 1980. p. 128.

A temática da ausência de precisão terminológica, abordada no começo deste item, será retomada tendo em vista que a precisão conceitual mostra-se imperativa em apreciações científicas. E, nesta temática, a necessidade cresce consideravelmente em consequência, ora da natureza polissêmica de certos termos, ora em decorrência do caráter generalista.

O termo ponta (*point*) se enquadra perfeitamente nesse contexto e significa a “porção terminal de um cabo (*cape*) ou extremidade externa de qualquer área continental, que avança para dentro da água, em geral menos proeminente do que um cabo”. (SUGUIO, 1992, p. 98).

Nessa trajetória, e se reputar seu significado de maneira restritiva como parcela derradeira de um cabo (*cape*) torna-se patente que é uma forma de relevo de gênese continental, que por direcionar para dentro da água, torna-se suscetível a processos de degradação. Por conseguinte, as extremidades que se lançam dentro da água (oceano, por exemplo), de acreção costeira, não são pontas na acepção geomorfológica. São pontas apenas na acepção coloquial.

A saliência deposicional, com aspecto triangular que alonga ao mar ou ao oceano é denominada de ponta cuspidada (*cusplate foreland*) ou cúspide praial ou simplesmente cúspide. Suguio (1998, p. 620) define ponta cuspidada como “área mais ou menos extensa de acreção costeira (*coastal accretion*), em geral arenosa, de forma triangular que se projeta mar adentro, originada, como corolário da interferência de correntes de circulação litorânea (*nearshore circulation*)”. Consoante Suguio (1998, p. 197), o aparecimento das cúspides ainda denota controvérsias, não havendo nenhuma teoria de expressiva aceitação.

E como a ponta (*point*) pode ser concebida, *stricto sensu*, como a fração distal de um cabo, a definição exata desse é inevitável. Nesse propósito, cabo (*cape*) é uma feição morfológica, caracterizada por ser um “setor saliente do continente que se estende para dentro do mar ou lago, sendo menos extenso que uma península

e maior que um pontão (*headland*)” (SUGUIO, 1992, p. 23). E, finalmente o pontão (*headland*) ou promontório (*promontory*) é a “porção **saliente e alta de qualquer área continental** de natureza cristalina ou sedimentar, que avança para dentro de um corpo aquoso (lago, mar ou oceano)” (SUGUIO, 1998, p. 636, sem grifo no original). Ficando assim evidenciado, que essas feições correspondem às saliências de natureza continental que penetram, por exemplo, o mar ou o oceano, sendo, portanto, locais de degradação.

No município de João Pessoa, as praias exibem larguras variadas. As diferentes amplitudes sujeitam-se a maior ou menor distância entre a linha do litoral e a linha da costa. E nessa perspectiva, as falésias ativas surgem, com frequência e especialmente no litoral sul, balizando a linha da costa, exceto na existência de cursos fluviais.

Na zona intertidal (prisma praial emerso) desenvolvem-se não só as praias como igualmente outras formas de relevo, a exemplo dos terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos. A retaguarda das praias, em ordem de grandeza compatível com as mesmas, podem engendrar dunas, cristas praiais, planícies de marés, entre outras feições geomorfológicas.

Do ponto de vista geomorfológico, os depósitos de sedimentos praiais funcionam como esteio à linha da costa, dificultando ou evitando, conforme cada caso, a erosão marinha. Entretanto, os referidos depósitos são muito instáveis, basicamente na zona intertidal menor, pois variam significativamente segundo as estações do ano. Múltiplos perfis de praia podem coexistir em diferentes épocas do ano, alguns deles bastante distintos do perfil típico.

Recentemente a unidade areal em tela foi contemplada com inúmeros perfis praiais em virtude de diversos textos acadêmicos. Perfis que revelam como atuam e interagem as correntes longitudinais e de marés, e principalmente a força das vagas. As praias de Tambaú e Manaíra foram estudadas por Pires (2003) ao

analisar as influências do hotel Tambaú na dinâmica costeira das mencionadas praias. Parcela importante de suas constatações foi ratificada por Reis (2008). Essa autora ampliou espacialmente seu objeto de discussão para todas as praias do litoral do município de João Pessoa. Até a presente data, o trabalho executado por Reis (2008) é o de maior fôlego em termos de geomorfologia costeira deste município.

A questão da divisão do litoral pessoense em litoral das falésias (meridional) e litoral arenoso (setentrional) encetado anteriormente na seção 4.4.1.1 (Introdução), será doravante retomada. Isto posto, o litoral tem 21,6 km de extensão linear. Tendo em mente todos os contornos de seu litoral, o município possui 24,7 km de comprimento. Este espaço está irregularmente dividido em dez praias que no sentido sul-norte se apresentam na seguinte ordem: Barra de Gramame, Camurupim (atualmente mais conhecida como praia do Sol), Jacarapé, Arraial, Penha, Seixas, Cabo Branco, Tambaú, Manaíra e Bessa.

Ao considerar o promontório do Cabo Branco como uma área de transição entre os litorais sul e norte (figura 27), pode-se ser mais preciso, na delimitação, definição e interpretação dos aludidos litorais. Nesta obra, a área, aqui declarada de transição, principia ao norte da praia do Seixas, onde as falésias tornam-se ativas, e termina no confim sul da Praça de Iemanjá, onde as falésias tornam-se inativas. A presença das falésias, neste lugar, faz com que a plena evolução das praias fique prejudicada. Em contrapartida, os terraços de abrasão marinha formam-se com veemência. Esse trecho, longitudinalmente mede 1,2 km.

Nessa perspectiva, o litoral sul compreende a faixa que, de sul para norte, se estende desde a foz do rio Gramame até o norte da praia do Seixas. Aqui as falésias se aproximam da linha do litoral, transformando-as em ativas. Caracteriza-se por ser bastante retilíneo, por conter uma maior densidade hidrográfica e uma ocupação urbana incipiente. O caráter retilíneo é facilmente averiguado, sendo suficiente apenas observar que este litoral mede, linearmente, 10,7 km e

curvilinейamente, regista apenas 11,3 km.

FIGURA 27 - FAIXA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS LITORAIS SUL E NORTE - 20 JAN 2008



FONTE: GOOGLE (2010)

NOTA: O promontório do Cabo Branco foi certificado, nesta pesquisa, como um segmento de transição entre os litorais (meridional e setentrional) do município de João Pessoa. Desta forma, os alegados litorais foram delineados e, posteriormente, individualizados com maior rigidez metodológica, didática e científica.

O intervalo que, igualmente no sentido sul-norte, engloba o sul da Praça de Iemanjá, coincidindo com o início das falésias inativas, até o desaguadouro do antigo curso do rio Jaguaribe demarca o litoral norte, singularizado por ser sinuoso com três pujantes enseadas. Se outrora a densidade hidrográfica era baixa, manifestou-se ainda mais crítica com as sucessivas drenagens realizadas. O litoral norte é intensamente ocupado, onde a verticalização urbana cada vez mais se exacerba. Com 10,8 km de extensão linearmente, é praticamente do mesmo

tamanho do litoral sul (10,7 km). Contudo, ao considerar a sinuosidade da linha do litoral (*shoreline*) sua extensão alcança 12,2 km. Esta sinuosidade pode ser facilmente comprovada ao se visualizar a figura 24, na seção 4.4.1.2 (Recifes).

Em geral as mais diversas feições geomorfológicas costeiras, de natureza agradativa ou degradativa, são usualmente preferidas para sinalizar as praias. Entre essas feições geomorfológicas, notadamente, as mais conspícuas, instalam-se nas praias que, normalmente, recebem toponímia própria.

No litoral sul as praias não têm delimitações bem definidas. Ponta (*point*), cabo (*cape*), e pontão (*headland*) ou promontório (*promontory*) servem de referência entre elas, assim como, as desembocaduras fluviais, lagunares ou não. Já no litoral norte, entre uma ponta cuspida (*cuspate foreland*) e outra, forma-se uma enseada. Portanto, no litoral pessoense ocorre uma alternância de saliências representadas ora pelos avanços dos Baixos Planaltos Costeiros, cuja dinâmica é predominantemente continental (pontas, promontórios, cabos, entre outros), ora pelo avanço, oceano adentro, das Planícies Costeiras, cuja dinâmica marinha (cúspides) domina.

As pontas cuspadas têm maior magnitude e frequência no litoral norte. No litoral sul apenas o cúspide do Seixas possui notabilidade. No litoral norte sobressaem as cúspides de Tambaú e do Bessa. As referidas cúspides estão assinaladas na figura 24. Ao sul da primeira cúspide (Tambaú) formou-se a maior enseada do município, onde se localizam as praias de Cabo Branco e de Tambaú. Ao contrário do litoral sul, no norte não há nenhum promontório que impeça a completa expansão das praias, conforme visto anteriormente.

#### 4.4.1.4 Dunas

As dunas costeiras ou litorâneas são depósitos arenosos, de natureza eólica

e de idade Quaternária. As paleodunas datam do Pleistoceno, enquanto que as dunas surgiram no Holoceno. Para sua gênese é fundamental a existência combinada e simultânea, no tempo e no espaço, de ventos, de sedimentos arenosos e de obstáculos.

Os atributos mais relevantes para a formação das dunas são a intensidade, a constância e o sentido de incidência dos ventos. Nessa trajetória, os sedimentos arenosos constituem a matéria-prima dessas formas de relevo, que, para a sua edificação, constituem pré-requisito não só a abundância de areias como, principalmente, devem as mesmas apresentar granulometria pequena e média.

Todavia, em uma análise mais pormenorizada das dunas costeiras, outros elementos devem ser investigados, tendo em vista que interferem na disponibilidade de sedimentos. Entre esses fatores destacam-se: a morfodinâmica das praias; a energia das ondas; correntes litorâneas; declividade da plataforma; entre outros.

Havendo sedimentos com as qualidades supraditas, eles podem ser impedidos de continuarem a ser transportados pelos ventos, caso encontrem algum obstáculo. Esses empecilhos, quase sempre, compostos por vegetação herbácea-arbustiva funcionam como barreiras naturais e constituem mais uma condição indispensável à constituição das dunas.

Advinda da vigorosa mobilidade desses sedimentos, a morfoscopia mostra grande grau de polimento. Em geral,

o ângulo da duna a barlavento é suave (inclinação) de 5° a 12°, enquanto a sotavento pode alcançar uma declividade que chega a 35°. Esta desigualdade de declives é que motiva o aparecimento da estratificação do tipo diagonal, e por vezes cruzada" (GUERRA; GUERRA, 1997, p. 216).

A estratificação cruzada deve-se às alterações na direção da incidência predominante dos ventos.

Em termos de Paraíba, o litoral sul não oferece boas condições ao

avultamento das dunas, sobretudo pela maior proximidade dos Baixos Planaltos Costeiros em relação à linha do litoral. Em oposição a esta realidade, o litoral norte proporciona razoáveis condições ao desenvolvimento das dunas costeiras ou litorâneas. Por isso as dunas mais eminentes da Paraíba concentram-se no litoral norte. É no primeiro contexto (litoral sul paraibano) que o município de João Pessoa se enquadra.

No litoral sul pessoense a pouca distância dos Baixos Planaltos Costeiros no que concerne à linha do litoral impossibilita o estabelecimento das dunas. Mesmo nos locais onde há uma maior incrementação das Planícies Costeiras, como é o caso dos bairros da Penha e Portal dos Seixas, praticamente não há dunas costeiras.

Em relação ao promontório do Cabo Branco, no sentido norte, existe um afastamento progressivo dos Baixos Planaltos Costeiros, em alusão à linha do litoral. Fato que se exalta como um dos elementos individualizadores do litoral norte pessoense, tornando esse trecho, *a priori*, mais propício à formação das dunas. A profusão de sedimentos reforça esse quadro. Entretanto, a falta de outros pré-requisitos não favorece o alastramento dessas formas de relevo com a magnitude com que são identificadas em Marcação, Baia da Traição e Mataraca no litoral norte da Paraíba, mais especificamente na microrregião Litoral Norte.

As dunas do litoral norte pessoense não se distribuem por todos os seus bairros litorâneos. Concentram-se nos bairros de Cabo Branco e Tambaú e estão ausentes no bairro de Manaíra (figura 28).

Os bairros de Cabo Branco e Tambaú defrontam-se, de acordo com o demonstrado na seção 4.4.1.3 (Praias), com a mais expressiva enseada do município. Nessas localidades, o arsenal de sedimentos (areias quartzosas) é significativo, situação oposta à que acontece em Manaíra, no qual a ocupação humana, desde os primórdios, implantou-se de modo inadequado e muito próximo à

linha do litoral. As desastrosas intervenções humanas acarretaram um déficit de sedimentos que é notório. Tais fenômenos justificam parcialmente a presença de dunas em Cabo Branco e Tambaú e a inexistência em Manaíra. Em Cabo Branco e Tambaú as dunas são de pequeno porte, com cerca de 1,5 a 3 metros de altura, cuja ocorrência é descontínua.

FIGURA 28 - PEQUENAS DUNAS NO LEITO SEDIMENTAR DE TAMBAÚ - 13 AGO 2010



FONTE: O autor.

NOTA: Pequenas dunas de até 4 (quatro) metros de altura prosperam-se notadamente em Cabo Branco, Tambaú e Bessa no litoral setentrional de João Pessoa. Essas feições morfológicas manifestam-se de maneira incipiente e intermitente.

Nos trechos onde há intensa circulação de frequentadores (banhistas, desportistas, entre outros), a vegetação com influência marinha, que pertencente ao Sistema Edáfico de Primeira Ocupação, conforme visto no item 2.1.4 (Fitogeografia) é eliminada. O espezinhamento impede o nascimento de plantas, nativas ou não e, por conseguinte, o desenvolvimento das dunas. Os sedimentos

arenosos, que naturalmente têm reduzida coesão, evidenciam-se ainda mais suscetíveis de serem mobilizados pelos ventos, o que acarreta determinados transtornos para a população.

Esse processo geomorfológico é facilmente constatado nos meses de agosto, setembro e outubro quando os ventos atingem velocidades médias superiores a 3 (três) m/s e podem ter picos de mais de 13 m/s (46,8 km/h). Nessas áreas o leito arenoso fica repleto de estruturas sedimentares denominadas de micro-ondulações ou marcas onduladas (*ripple marks*). É oportuno ressaltar que as marcas onduladas (*ripple marks*) se encontram em diversos outros subcompartimentos das Planícies Costeiras. Podendo ser micro-ondulações (*ripple marks*) de origem eólica, como igualmente as de origem marinha (*oscillation ripples*).

#### 4.4.1.5 Cristas praiais ou cordões litorâneos

A utilização dos termos crista praial, cordão litorâneo e, por extensão, restinga, vem gerando controvérsias. Essas polêmicas contemplam, inclusive, o âmbito geológico e geomorfológico e apesar dessa verificação, os conceitos atuais têm poucos pontos convergentes. Um desses aspectos é o fato de todas essas formas serem constituídas, quase sempre, por depósitos arenosos.

Em geologia e em geomorfologia cristas praiais e cordões litorâneos são sinônimos. Crista praial advém da tradução da dição inglesa *beach ridges*, enquanto que cordão litorâneo é o resultado da transladação dos termos *cordon littoral* e *cordón litoral*, francês e espanhol, respectivamente.

Suguió (1992, p. 38) advoga que cristas praiais e cordões litorâneos têm acepções semelhantes, e nessa óptica, define essas formas de relevo como sendo “acumulações alongadas, em geral de composição arenosa ou, por vezes, cascalhosa ou conchífera, dispostas paralelamente a paleolinhas praiais e separadas entre si por

depressões". Seu surgimento deve-se à ação marinha, particularmente das ondas de tempestades e das correntes longitudinais e de marés.

Embora revelando nuances conceituais, crista praial ou cordão litorâneo pode também ser entendido como sendo

depósito arenoso, de idade holocênica a pleistocênica, disposto de forma alongada e paralela à linha de costa atual, ou contemporânea à época de sua formação. Corresponde a uma paleolinha de praia oceânica, cuja gênese esteve relacionada a processos de dinâmica costeira principalmente associada a correntes de deriva litorânea (formação de praias) e aos eventos transgressivos e regressivos marinhos ocorridos durante o período Quaternário, podendo ainda ter apresentado associação com processos de sedimentação eólica sin- ou pós-sedimentar. (SOUZA *et al.*, 2008, p. 45-46).

Existem geocientistas que chegam a fazer certas confusões, chegando a confundir crista praial ou cordão litorâneo com restinga, a exemplo de Nunes *et al.* (1995, p. 23). No Brasil, a palavra restinga “tem sido usada indiscriminadamente referindo-se a todos os tipos de depósitos arenosos litorâneos que, na realidade, correspondem a diferentes feições deposicionais” (SUGUIO, 1998, p. 668).

A ideia de restinga, adotada nesta pesquisa, representa

depósito arenoso subaéreo, produzido por processos de dinâmica costeira atual (fortes correntes de deriva litorânea, podendo interagir com correntes de maré e fluxos fluviais), formando feições alongadas e em geral paralelas à linha de costa (barras e esporões ou pontais arenosos), ou transversais à linha de costa (tômbolos e alguns tipos de barras de desembocadura). (SOUZA *et al.*, 2008, p. 45).

As definições anteriormente expressas não são consensuais na literatura geológico-geomorfológica. Há autores que identificam três espécies do gênero cordões litorâneos.

Os cordões podem se apresentar sem conexão de suas extremidades à terra firme, constituindo ilhas barreiras (barrier islands), com apenas uma das extremidades conectadas à terra firme, constituindo **pontais (barrier spits)**, [sem grifo no original] ou com ambas as extremidades conectadas à terra firme, constituindo os cordões litorâneos (beach barrier ou barrier beaches). (MUEHE, 2010, p. 282).

Em que pese estas preliminares, as considerações a seguir, limitar-se-ão

aos pontais (*barrier spits*) e às cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos (*cordon littoral*). Essas formas de relevo são aqui examinadas em concordância com a concepção, antecendentemente citada, exposta por Suguio (1992, p. 38). A noção de restinga segue a orientação de Souza *et al.* (2008, p. 45).

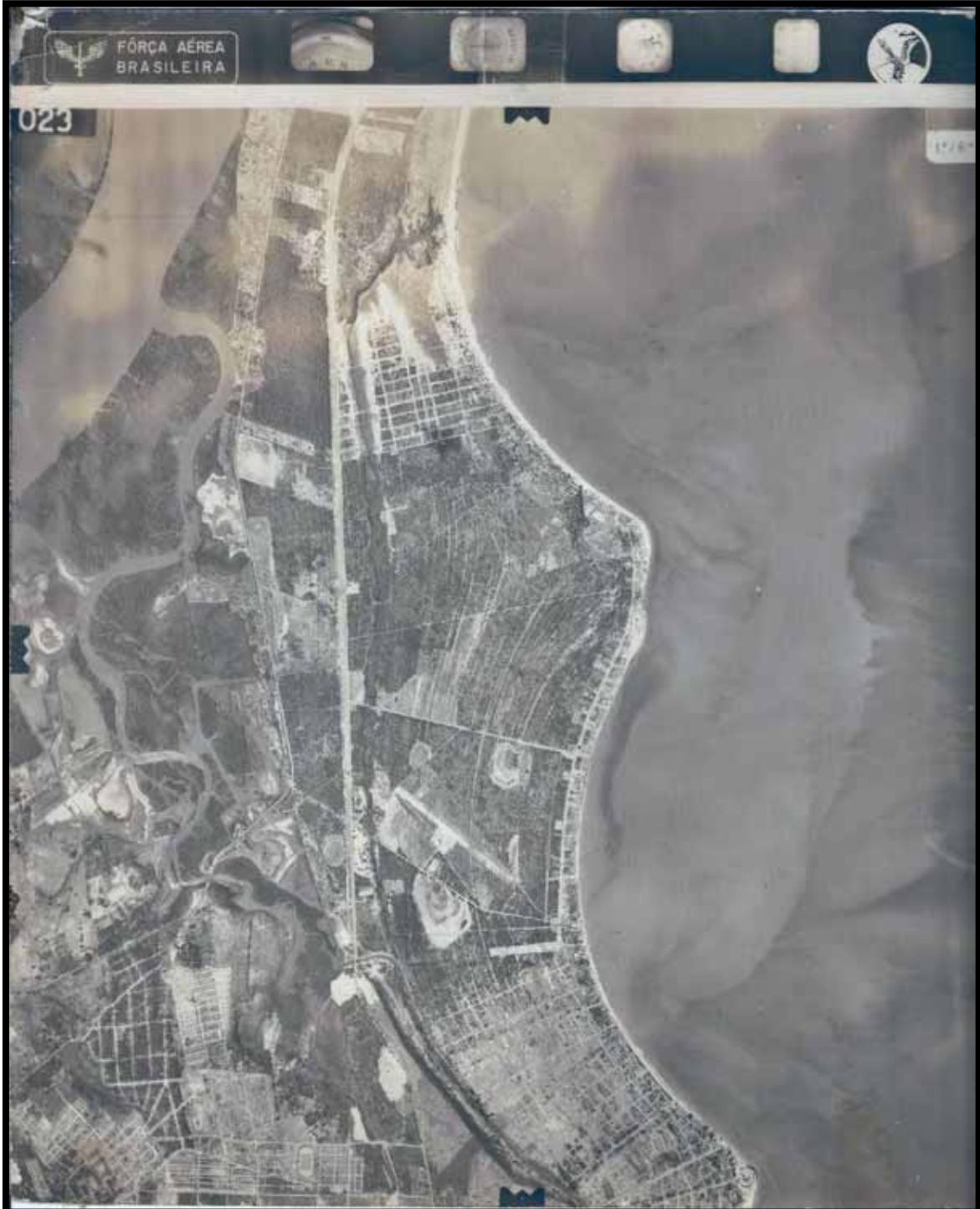
No litoral da área em discussão a distinção das cristas praiais é dificultada em razão da crescente urbanização. Apesar da privilegiada resolução espacial das imagens *QuickBird*, conforme visto no item 1.3.1 (Materiais), não foi possível determinar essas formas de relevo. Entretanto, as observações in loco, consubstanciadas com a análise de fotografias aéreas da segunda metade do século passado, possibilitaram o reconhecimento das mesmas (figura 29).

Hodiernamente as cristas praiais ainda podem ser percebidas no extremo nordeste do município, particularmente no bairro Aeroclube e adjacências (figura 29). A expansão urbana decorrente do processo de litoralização vivenciados com mais intensidade pelos bairros do litoral norte do município de João Pessoa (Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Aeroclube, Jardim Oceânia e Bessa), foram responsáveis pela destruição dessas formas de relevo. Esse mesmo cenário, embora em menores proporções, aplica-se igualmente ao bairro do Seixas.

As cristas praiais jaziam sobre os terraços marinhos holocênicos. Com a erosão das cristas praiais os terraços marinhos holocênicos são exumados. Tanto as cristas praiais quanto os terraços marinhos holocênico têm sua gênese ligada ao último significativo evento transgressivo sucedido há cerca de 5.100 AP. Nessa transgressão o nível do oceano atingiu cerca de 5 metros acima do nível médio atual. E é justamente essa cota topográfica que sinaliza as altitudes máximas de ocorrência das cristas praiais e dos terraços marinhos holocênico na área em apreciação.

A interpretação aerofotográfica da figura 29 sugere nuances na direção de deposição. Percebe-se que os alinhamentos sequenciais das cristas denunciam

FIGURA 29 - CRISTAS PRAIAIS ASSINALANDO ANTIGAS LINHAS DO LITORAL - 1969



FONTE: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1969b).

NOTA: Em virtude do acelerado processo de urbanização vivenciado pelos bairros localizados sobre as Planícies Costeiras pessoenses, essas formas de relevo foram praticamente destruídas. Observar que nas áreas que até então tinham sido impactadas pela urbanização (loteamentos, construções, entre outras) as cristas praiais não podem ser facilmente identificadas, delimitadas e caracterizadas.

mudanças no sentido da deposição desses sedimentos. Tal fato pode ser explicado em virtude de modificações do ângulo de incidência das ondas. Embora seja comum nesse tipo de ambiente a presença de lagunas, na área em estudo não há nenhuma laguna de expressividade areal a retaguardas das cristas praiais.

#### 4.1.1.6 Planícies de marés

Assim como o vocábulo restinga, o termo manguezal tem aplicação generalizada, servindo para caracterizar geomorfologicamente, fitogeograficamente ou paisagicamente determinados geossistemas. No caso específico, o manguezal, em geomorfologia, concerne a terrenos de baixas altitudes, expostos à ação das marés. Contudo, apesar do uso indiscriminado, prefere-se não empregar a nomenclatura manguezal (*mangrove swamp*), por tratar-se de nomenclatura designativa de vegetação e não de relevo.

As Planícies de Marés são típicas de “regiões costeiras muito planas e de baixa energia. As condições necessárias para a sua formação incluem amplitudes de marés mensuráveis e ausência da ação de ondas mais fortes.” (SUGUIO, 2003, p. 266). Esses geossistemas são constituídos por depósitos de vasas recentes, a exemplo dos depósitos localizados em locais resguardados da atuação das vagas marinhas, tais como as barras, os estuários e as lagunas. São geomorfologicamente denominadas de planícies de maré. E devido à abundância de argilas, siltes de diversas granulometrias, areias muito finas e areias finas são igualmente denominadas de planícies de lama (*mud flat*).

Desse modo, essa unidade geomorfológica é constituída, granulometricamente, por partículas de diâmetros reduzidos em que argilas e siltes predominam. Outra importante individualidade é o “teor elevado de sais e grande quantidade de sulfatos de enxofre. Saturados de água e elementos ácidos, é pobre

em oxigênio" (CARVALHO, 1982, p. 23). Mais uma vez, no tocante aos terrenos das planícies de marés, Carvalho (1982, p. 24) afirma que "como estes terrenos estão diretamente influenciados pelos movimentos das marés, eles emergem e imergem em 24 horas [sic]". Na realidade, no intervalo de 24 horas, eles vêm à tona duas vezes, fruto do fluxo d'água dos mares ou oceanos (preamar) e imergem, outrossim, duas vezes por efeito do refluxo d'água (baixa-mar).

As gamboas são típicas dessa unidade geomorfológica e são pequenos cursos d'água em que o rumo de correnteza transfigura-se em consequência da alternância entre o fluxo e o refluxo das marés. No dizer de Ab'Sáber (1975, p. 39), as gamboas "são rios de planícies de marés, via de regra inseridos em paisagens de mangues, nas planícies costeiras do Brasil".

Entre os subcompartimentos das Planícies Costeiras adotados nesta pesquisa, as planícies de marés são as mais representativas. Constituem mais de 60% da área das Planícies Costeiras.

A área de maior expressividade espacial das planícies de marés situa-se ao noroeste do município (figura 30). Corresponde ao estuário do rio Paraíba que em muito extrapola os limites de João Pessoa e se constitui em uma das maiores Planícies de Maré do estado da Paraíba. Sendo suplantada apenas pela Planície de Maré do rio Mamanguape, no litoral norte da Paraíba.

A Planície de Maré do rio Gramame (figura 31) é a segunda área mais expressiva, seguida da planície do rio Cuiá. No rio Gramame a Planície de Maré adentra mais de 8 km de distância linear da foz. Como pode ser observado no mapa geomorfológico (mapa 11) outras ocorrências menos significativas são verificadas ao longo de todo o litoral pessoense.

Nas Planícies de Marés dos rios Paraíba e Gramame, inclusive na área em estudo, abundam meandros e gamboas. Nesse último, assim como em todos os rios confinados ao município de João Pessoa (Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu,

FIGURA 30 - PLANÍCIE DE MARÉS DOS RIOS SANHAUÁ E PARAÍBA - 23 MAI 2003



FONTE: O autor.

NOTA: No primeiro plano, as edificações seculares sobre os terraços fluviais. No plano intermediário, a confluência do rio Sanhauá com o rio Paraíba. No estuário do rio Paraíba, em sua ampla planície de marés, medra a vegetação de mangue. Ao fundo, os Baixos Planaltos Costeiros localizados no vizinho município de Santa Rita.

FIGURA 31 - PORÇÃO FINAL DO RIO GRAMAME: ALTA SINUOSIDADE - 27 JAN 2007



FONTE: GOOGLE (2007).

NOTA: Segmento terminal do baixo curso do rio Gramame que, do ponto de vista geomorfológico, favorece a magnificência da Planície de Marés. Nessa faixa do referido rio abundam os meandros, os quais conferem ao Gramame uma elevada sinuosidade na área focalizada.

Cabelo e Jaguaribe) que demandam ou demandavam o Atlântico - o rio Jaguaribe teve seu baixo curso desviado -, as condições morfodinâmicas e morfológicas favorecem o desenvolvimento dessas planícies. A sedimentação marinha acarreta o fechamento sazonal parcial ou total dessas desembocaduras, fazendo com que esses ambientes manifestam características lagunares. O ambiente lagunar, por escoar calmamente as águas de seus rios, favorece a deposição de sedimentos, matéria-prima das planícies de marés.

#### 4.4.2 Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação

Na literatura geológica e geomorfológica pátria há uma propensão em pacificar a equivalência dos termos Planície Aluvial e Planície de Inundação (*flood plain*). É apropriado ressaltar que alguns poucos profissionais não seguem essa tendência. Outros, em quantidade mais significativa, opinam pela consonância das nomenclaturas, todavia deixam margem para interpretações ambíguas. Nesse sentido, a transcrição a seguir é bem representativa desta constatação. “Os depósitos de planície de inundação incluem tanto os depósitos atuais quanto os da planície aluvial propriamente dita.” (NOVO, 2008, p. 226). Diversos outros exemplos poderiam ser extraídos da literatura especializada, entretanto como o aprofundamento dessa temática não é contemplado pelos objetivos desta pesquisa, as considerações anteriores são oportunas e suficientes. Na linguagem cotidiana a planície aluvial ou de inundação é cognominada de várzea.

Isto posto, as planícies aluviais “constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas [...]. É formada pelas aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele.” (CHRISTOFOLLETTI, 1980, p. 75). Leopold, Wolman e Miller (1964, p. 317) reconhecem oito formas de relevo denominadas pelos mencionados cientistas de

subambientes deposicionais, típicas de planície aluvial. Novo (2008, p. 228) identifica dezenas de “formas de erosão e deposição encontradas nas planícies aluviais”. E embora o exame minucioso de qualquer classificação, a exemplo da proposta por Novo (2008, p. 228), não seja conveniente, salienta-se que a mesma distingue certas “formas” que ora não pertencem às planícies de inundação (p. ex. planalto), ora não são sequer formas na acepção geomorfológica (p. ex. nível de mínimo excepcional).

Na tentativa de precisar as divisas dessa unidade de relevo, a concepção de planície aluvial empregada neste trabalho é, também *lato sensu*. Esse modo de ver foi utilizado na confecção do mapa geomorfológico (mapa 11). Portanto o conceito aqui adotado é fundamentado, parcialmente, em Leopold, Wolman e Miller (1964, p. 317) e em Christofoletti (1980, p. 75), conforme comentado previamente.

Os processos geomorfológicos geram depósitos que nas Planícies Aluviais encerram estratificação horizontal ou sub-horizontal. Granulometricamente são constituídas por sedimentos, os quais à medida que se distanciam lateralmente do canal fluvial, vão tornando-se cada vez mais delgados, tendência que persiste até os limites externos da aludida planície. A diminuição do tamanho das partículas ocorre igualmente a jusante. Por isso, a redução no diâmetro dos sedimentos acontece tanto transversalmente quanto longitudinalmente. O mesmo raciocínio aplica-se quando se pretende analisar a competência dos rios quando os mesmos atingem o estágio de margens plenas.

Ainda no tocante à granulometria dos sedimentos fluviais, é necessário evidenciar a tradicional dissimilitude entre competência e capacidade.

Duas noções surgem como importantes para o transporte fluvial: a competência e a capacidade. A *competência* retrata o tamanho das partículas que podem ser movimentadas pelo fluxo, sendo determinada pelo maior diâmetro encontrado entre os detritos transportados como carga do leito. A *capacidade* relaciona-se com a quantidade de material que pode ser movimentada por unidade de tempo. A capacidade corresponde à quantidade máxima de sedimentos, de determinada classe

granulométrica, que o rio pode transportar. (CHRISTOFOLETTI, 1981b, p. 75, grifo do autor).

Se por um lado a erosão linear é responsável pelo aprofundamento do canal, por outro, a erosão lateral acarreta o alargamento do canal (figura 32). A gênese da Planície de Inundação decorre desses processos associados a condições morfo e hidrodinâmica dos cursos d'água, passadas e atuais.

FIGURA 32 - ALARGAMENTO DO CANAL NO MÉDIO RIO JAGUARIBE - 21 AGO 2006



FONTE: O autor.

NOTA: Processo de solapamento basal na margem esquerda do médio curso do rio Jaguaribe.

Na Paraíba, particularmente no leste, essas planícies surgiram a partir do entalhe fluvial que “ocorreu no Quaternário, comandado por processos geomórficos associados às variações do nível de base glaci-eustático, às flutuações climáticas correspondentes e aos movimentos tectônicos que ocasionaram falhas e fraturas” (CARVALHO, 1992, p. 31).

Os fenômenos de maior relevância para justificar o entalhamento, nos Baixos Planaltos Costeiros dos rios mais copiosos, sem exclusão das demais causas, foram as glaciações sucedidas no Pleistoceno. Elas marcaram esse período

geológico, a ponto de ser de maneira idêntica, denominado de Grande Idade do Gelo (*Great Ice Age*). As glaciações provocaram a retenção de expressiva quantidade de água sobre os continentes, mormente nas regiões polares e subpolares. A manutenção da água sobre os continentes acarreta diminuição do nível do mar, (regressão marinha), provocando uma redução do nível de base geral, acarretando um maior e mais rápido entalhe dos rios.

Há cerca de 18 mil anos durante o U.M.G (Último Máximo Glacial) da última glaciação (Glaciação Wisconsiniana da América do Norte ou Glaciação Würm dos Alpes), a quantidade de gelo retida sobre os continentes perfazia 5 a 6% da água total da Terra, isto é, mais de [do] dobro da quantidade atual que é de cerca de 2%. Conseqüentemente os níveis dos oceanos, em escala mundial, encontravam-se 80 a 130 metros abaixo do atual e porções mais rasas do fundo oceânico, denominadas atualmente de Plataforma Continental estavam quase totalmente emersas, pois a sua profundidade média é de 130 metros. (SUGUIO, 2008, p. 107).

Portanto, os rios consequentes da Paraíba, que demandam o Atlântico incisaram seus talvegues e alargaram seus canais nos Baixos Planaltos Costeiros. A escavação do talvegue, também denominada de erosão linear, deu-se nas áreas dos Baixos Planaltos Costeiros, porém não se limitou a essa unidade, em função da erosão remontante. Nesses Baixos Planaltos, o entalhamento resultou em notáveis vales caracterizados, basicamente por possuírem fundo chato e terraços fluviais. Fato potencializado pelos movimentos eustáticos e pela tectônica e entre os produtos geomorfológicos mais conspícuos sobressai o desenvolvimento das planícies aluviais.

Essas planícies embora existentes nos médios e em alguns casos nos altos cursos desses rios, a exemplo do rio Jaguaribe, normalmente só adquirem significativa representatividade espacial nos baixos cursos. Essa unidade geomorfológica é constituída por relevos predominantemente de natureza agradacional, cuja origem dá-se em ambiente sedimentar, de natureza continental.

Entre os rios do leste da Paraíba formadores de amplos vales fluviais, em

seu baixo curso, dentro do território paraibano, destacam-se no sentido sul-norte: Abiaí-Papocas, Gramame, Paraíba, Miriri, Mamanguape, Camaratuba e Guaju. Suas respectivas Planícies de Inundação se limitam, transversalmente com as vertentes dos Baixos Planaltos Costeiros e a jusante com as Planícies de Marés.

O rio Paraíba, além de ser o mais extenso, tem a maior área de drenagem do leste da Paraíba. Esses atributos contribuem para que a sua Planície de Inundação seja igualmente a mais vultosa espacialmente de todo o setor oriental do estado da Paraíba. Em virtude dessa pujança, esse compartimento geomorfológico teve uma grande importância histórica e econômica.

Os afluentes da margem direita do rio Paraíba - onde se localiza a área em estudo - são, além de escassos, menos corpulentos se comparados ao da margem esquerda. João Pessoa situa-se, parcialmente, nas proximidades distais do curso do rio Paraíba, mais especificamente em sua área estuarina, onde as Planícies de Marés dominam. Por essas razões a abrangência areal das Planícies de Inundação do rio Paraíba não se reproduz com sua real magnitude no município de João Pessoa.

Nesta área, a Planície Aluvial do Gramame é a de maior representatividade espacial. Sua área de maior exuberância dá-se a jusante da convergência de seu principal tributário, o Mumbaba (figura 33). Notadamente a montante desse ponto, o interflúvio entre o rio Gramame e o rio Mumbaba foram erodidos de tal maneira que essas formas de relevo, nos dias atuais, se comportam ora como Planícies de Inundação, ora como terraços fluviais, dependendo da área específica.

O mapa geomorfológico do município de João Pessoa (mapa 11) releva uma ampla área identificada como Planície Aluvial. Essa parcela baliza um triângulo, cujos vértices são: confluência do rio Camaço com o rio Gramame, afluência do rio Mussuré com o rio Mumbaba e por fim a desembocadura do rio Mumbaba no rio Gramame. Como as imagens *QuickBird* apresentam uma forte

cobertura de nuvens, na área acima referida, as idas a campo foram mais numerosas. Com isso foi possível atestar nessa localidade vários terraços fluviais, que por questão de escala não foram individualmente mapeados.

A maior expressividade dessa planície ocorre na margem esquerda do rio Gramame, fato que pode ser explicado através dos eventos tectônicos e neotectônicos. Na margem direita do rio Gramame encontra-se um alto estrutural denominado de Conde ou Garapu, ou ainda em sua variante linguística Guarapu. Esse alto estrutural é amplamente mencionado na literatura geocientífica e separa os *grabens* de João Pessoa, ao norte e o de Goiana, ao sul.

FIGURA 33 - INTRICAMENTO DE PLANÍCIE ALUVIAL E DE TERRAÇOS - 12 AGO 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Amplas áreas planas de baixa altimetria constituídas pelos terraços fluviais (primeiro plano) e pelas planícies aluviais (segundo plano) dos rios Mumbaba e Gramame. Esta região ocupa o sudoeste do município de João Pessoa.

No município de João Pessoa, a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe drena cerca de 48 km<sup>2</sup>. Assim sendo, só é superada pela intermunicipal Bacia Hidrográfica do Gramame com quase 60 km<sup>2</sup> em território pessoense. Apesar dessa dimensão, expressa pelos dados anteriormente exarados, a Planície Aluvial do

Jaguaribe é, dentro do município em tela, a terceira em termos de área.

Fato digno de nota é que o modesto desenvolvimento transversal (largura) da Planície Aluvial do Jaguaribe não se manifesta em termos longitudinais, tendo em vista que a mesma acompanha praticamente todo o seu curso. Essa unidade geomorfológica prepondera nas adjacências do início do baixo curso (figura 34). E, para melhor precisar esta afirmação, o baixo curso do Jaguaribe começa na curvatura representada pela mudança brusca na direção do curso, logo após a confluência do rio Timbó entre os bairros do Altiplano Cabo Branco (ao sul), Miramar (ao norte) e Cabo Branco (a leste), conforme visto no item 2.1.2.3 (Bacia Hidrográfica do Jaguaribe).

FIGURA 34 - PLANÍCIE ALUVIAL: BAIXO CURSO DO RIO JAGUARIBE - 26 MAI 2010



FONTE: O autor.

NOTA: Planície aluvial na margem direita do baixo curso do rio Jaguaribe, a jusante da foz do rio Timbó. Nos períodos de cheias as águas, ao transporem os diques marginais, espalham-se sobre esta unidade geomorfológica. No detalhe, a bacia de inundação que corresponde as áreas mais baixas da referida planície onde predominam materiais finos em suspensão e/ou sedimentados por decantação.

Nesse sentido, diversas são as hipóteses que tentam entender a existência dos terraços. Apesar de cada teoria geomorfológica ter sua própria concepção sobre

a gênese dos terraços, todas elas envolvem alterações nos níveis de base, intensificando, portanto, a erosão linear. Adentrar ainda mais nessa temática envolveria uma verticalização desnecessária para os objetivos aqui propostos.

Apesar da íntima relação entre os terraços e as planícies fluviais, os mesmos não podem ser confundidos. Os terraços são unidades morfológicas que não mais se localizam nas planícies fluviais. Inúmeros níveis de terraços podem ser reconhecidos nos principais rios que drenam a área em apreciação. Sobre os diferentes níveis de terraços, várias elucidações foram realizadas. E, embora não existam trabalhos específicos sobre a gênese desses terraços na área correspondente ao município de João Pessoa, as pesquisas efetuadas em áreas confinantes, assim como, as obras de caráter regional, oferecem as orientações fundamentais a sua compreensão.

Entre esses estudos, merece destaque o modelo idealizado por Andrade (1955). Os méritos atribuídos a esse autor devem-se tanto ao pioneirismo, quanto ao grau de profundidade dos temas abordados. Em Itamaracá (PE) e cercanias, Andrade (1955, p. 26 e 27) distinguiu quatro níveis de terraços, a saber: 40 m, 20 m, 7-8 m e 2-3 m.

Ao dissertar sobre a Depressão Sublitorânea e os Baixos Planaltos Costeiros do Nordeste Oriental, ao qual denominou de Superfícies das Chãs e Superfícies dos Tabuleiros, respectivamente, Mabesoone (1978, p. 6) constata que “os vales fluviais apresentam níveis de terraços de 15-16, 7-8 e 2-3 m acima do talvegue atual”. Ao comentar os depósitos recentes da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, Mabesoone *et al.* (1991a, p. 30) declararam que esses depósitos “apresentam-se nos vales fluviais como terraços, nos níveis de 16-20 (provavelmente equivalentes dos leques aluviais pleistocênicos), 7-10 e 2-3 m, respectivamente, além das planícies de inundação atuais”.

Este sintético quadro possibilita uma visão geral dos níveis de terraços

fluviais, consuetudinariamente aplicável à porção oriental dos estados de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Entretanto, na área de João Pessoa, nem sempre os terraços revelam fidelidade em relação às cotas altimétricas precedentemente expostas.

As considerações a seguir foram deduzidas minoritariamente do material cartográfico referenciado no item 1.3.1 (Materiais), e do material bibliográfico citado e, majoritariamente, das observações *in loco*. As imagens *QuickBird*, em virtude da escala, contribuíram pouco nesse particular.

Nessa trajetória, é no rio Paraíba onde os diversos níveis de terraços podem ser mais facilmente identificados. Sua magnitude justifica, parcialmente, esta afirmação.

Os terraços ocorrem em quatro níveis, de 2 a 5 metros; 5 a 10 metros; 10 a 20 metros e de 20 a 40 metros, em relação ao nível de base local (talvegue do rio), encontrando-se os mais baixos níveis camuflados pelo plantio da cana-de-açúcar [...]. A dinâmica fluvial é reativada a cada cheia. As formas anteriormente modeladas pelos processos fluviais de acumulação são arrasadas pelas águas, e os sedimentos carreados e depositados ao longo do leito e planícies adjacentes. A ação erosiva do rio se faz notar ainda pelo ataque no sopé dos barrancos de **terraços mais antigos** [sic] e até então protegidos da erosão, com ocorrência de desabamentos. (CARVALHO, 1982, p. 33, sem grifo no original).

Os quatro níveis de terraços, acima exarados, foram fundamentados em Andrade (1955, p. 26 e 27). E apenas o nível mais recente é, excepcionalmente, alcançado indiretamente pelas cheias. Os terraços do rio Paraíba são mais evidentes nos municípios, de jusante para montante, de: Santa Rita, Cruz do Espírito Santo e São Miguel de Taipu. No município de João Pessoa, os terraços fluviais de 2 e 3 metros acham-se no noroeste.

Os rios Marés e do Meio convergem para formar o rio Sanhauá, que é o mais notável afluente pessoense do rio Paraíba. Os mais recentes terraços fluviais do rio Sanhauá, de igual cota altimétrica (predominantemente com 2 a 3 metros), são, além de representativos espacialmente, de relevante significado histórico e

sócio-econômico-cultural.

Como ficou registrado no item 2.2.1 (Aspectos Históricos), os terraços fluviais do rio Sanhauá se constituíram em um dos sítios iniciais da sede da Capitania Real da Paraíba. Nesta unidade geomorfológica foram edificados, antecendentemente, o Forte do Varadouro, aproximadamente onde hoje se situa a Praça Álvares Machado e a Praça Napoleão Laureano. Posteriormente prosperaram uma pluralidade de edifícios térreos, de amplas dimensões, onde funcionavam a alfândega, os armazéns e as casas comerciais. Além desses prédios, parte significativa do traçado dos trilhos da Grande João Pessoa, outrora pertencentes a recém-extinta Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA, hoje operados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU, estão sobre esses terraços.

Tendo em vista que na área em estudo a planície aluvial do rio Gramame é a mais representativa em termos de extensão, é de se esperar que aqui estejam igualmente os terraços mais conspícuos. Os terraços podem ser comprovados em múltiplas áreas, ininterruptos ou não, ao longo do rio Gramame e de alguns de seus tributários. Nas circunjâncias da junção do rio Camaço, com o rio Gramame (coordenadas geográficas: 7°13'30" de latitude sul e 34°55'50" de longitude oeste), onde se localizam os limites entre os municípios de João Pessoa, Santa Rita e Conde ressaltam-se alguns terraços fluviais com 8 a 10 metros de altitude. Terraços com essas mesmas características são também visualizados no mais imponente tributário do Gramame, o Mumbaba, onde essas formas de relevo concentram-se nas imediações da confluência do rio Mussuré (coordenadas geográficas: 7°12'08" de latitude sul e 34°55'16" de longitude oeste). Dessas localidades em direção a jusante, os terraços posicionam em ambos os lados do rio Gramame, de forma descontínua. Além das certificações supraditas e com exceção de um modesto terraço nas proximidades distais da Planície de Marés do rio Gramame não foi verificada nenhuma outra presença de terraços na Bacia em tela, na área objeto

desta tese.

Logo após o ponto de desaguamento do rio Timbó com o Jaguaribe (coordenadas geográficas: 7°07'36" de latitude sul e 34°50'05" de longitude oeste), na margem direita do Jaguaribe há indícios de terraços. Embora estejam mascarados, devido às rampas de colúvios, sua existência não deixa dúvidas. No rio Timbó, principal afluente, os terraços são menos expressivos, porém bem distintos.

O panorama ora apresentado possibilita uma visão dos essenciais aspectos das Planícies Fluviais, todavia um maior aprofundamento desta temática comprometeria os objetivos desta proposição. O tema é vasto, apesar de insatisfatoriamente explorado. As considerações realizadas concorrem para individualizar essa unidade geomorfológica ao mesmo tempo em que oferecem subsídios para seu mapeamento. Para uma melhor espacialização dessas formas de relevo, consultar o mapa 11 (Geomorfológico: Principais Unidades e Subunidades Geomorfológicas do Município de João Pessoa).

#### 4.4.3 Baixos Planaltos Costeiros

##### 4.4.3.1 Introdução

Na perspectiva geossistêmica, o relevo surge como resposta aos diferentes mecanismos de permuta de energia e matéria entre a atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera. A ordem de grandeza espacial e temporal das formas de relevo é bastante variada, conforme assinalado no item 1.3.3 (Metodologia da Pesquisa Geomorfológica).

As quatro macroformas fundamentais de relevo (planaltos, planícies, montanhas e depressões), notadamente as duas primeiras, destina-se a singularizar as formas de relevo de pequena escala, quase sempre a nível continental. O emprego

dessa terminologia é bastante generalista, pois possui exígua verticalização. Por essa razão, urge uma avaliação mais criteriosa sobre o significado de planalto, para melhor delimitar essa forma de relevo e sua utilização nesta pormenorização. Nesse sentido os planaltos são

terrenos altos, variando de planos (chapadas) a ondulados (colinas, morros e morros). Os planaltos típicos são sedimentares ou basálticos, mas existem os de estrutura dobrada (superfícies aplainadas, soerguidas e pouco reentalhadas). (FLORENZANO, 2008, p. 13).

O conceito, anteriormente exposto, é *lato sensu*, e não atende as especificidades escalares (espaciais e temporais) desta discussão. Consequentemente, para a aplicação nesta pesquisa, o conceito de planalto deve ser *stricto sensu*. Nesse encadeamento das ideias, os planaltos típicos são constituídos por rochas sedimentares, ou até mesmo por sedimentos inconsolidados, onde acontece uma maior intensificação dos processos erosivos em detrimento dos processos deposicionais. Como todo planalto, em seus bordos, destacam-se escarpas íngremes. No caso específico dos Baixos Planaltos Costeiros da Paraíba e circunvizinhanças, eles conservam estas características, e como o próprio nome sugere, além de exibirem baixas altimetrias, estão próximos da linha do litoral (*shoreline*) (figura 35). São designados por uma profusão de nomenclaturas: baixos platôs, baixos platôs costeiros, baixos platôs litorâneos, baixos planaltos sedimentares; tabuleiros; tabuleiros costeiros, tabuleiros litorâneos, além de muitas outras terminologias.

Os Baixos Planaltos Costeiros são modelados, precipuamente, sobre os sedimentos da Formação Barreiras. Em outras palavras, são os sedimentos da Formação Barreiras que, em geral, estruturaram os Baixos Planaltos Costeiros. Por esse motivo sua compreensão passa necessariamente pela análise preliminar dessa Formação.

A Formação Barreiras se organiza espacialmente por amplas áreas da costa brasileira. Portanto, é um registro geológico de magnitude continental, quiçá, mundial.

FIGURA 35 - PLANALTOS TÍPICOS DO ALTIPLANO E ADJACÊNCIAS - 20 MAR 2002



FONTE: João Pessoa (Prefeitura Municipal), 2002.

NOTA: Estes Baixos Planaltos Costeiros enquadram-se perfeitamente no conceito de Planalto *stricto sensu*. Seus bordos orientais são representados pelas falésias, enquanto que os contornos ocidentais formam feições que lembram *cuestas*. Na fotografia observa-se, no primeiro plano, a planície Costeira. No plano sequencial têm-se as falésias e finalmente os topos dos Baixos Planaltos Costeiros.

Em virtude da amplidão espacial, a Formação Barreiras ocorre em diversas bacias marginais, inclusive na Bacia da Paraíba. E pelo fato de não ser, evidentemente, exclusiva da Bacia da Paraíba optou-se por analisá-la neste capítulo, ao invés de examiná-la no capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba). Contribuiu, igualmente, para o enquadramento da Formação Barreiras

nesta seção, o fato de ser a unidade de maior importância geomorfológica para esta investigação.

A unidade litoestratigráfica Barreiras foi originalmente identificada como Série Barreiras. E como tal, foi descrita inicialmente por Rego (1930) ao discorrer a Bacia Amazônica. O referido acadêmico correlacionou o que chamou de Série Barreiras com a Série dos Tabuleiros encontrada ao longo da costa do Nordeste, prolongando-se pela costa do Sudeste e do Norte do Brasil, entretanto, há estudiosos que fizeram referências, à atual Formação Barreiras que retrocede à época do início do Brasil Colônia. No entanto, esses profissionais ao dissertarem sobre a atual Formação Barreiras não o fizeram reputando-a como unidade litoestratigráfica. Alicerçado nessa acepção é que se atribui a revelação da Formação Barreiras a Rego (1930).

Nessa perspectiva, e na ótica estratigráfica, sobressaem quatro grandes categorias estratigráficas: 1) litoestratigráficas; 2) cronoestratigráficas; 3) cronogeológicas e 4) bioestratigráficas. Unidade litoestratigráfica “consiste num conjunto de rochas que se distingue e se delimitam com base em seus caracteres litológicos, independente da sua história geológica ou de conceitos cronológicos” (PETRI, 1986a, p. 373). Assim sendo, não se pode deixar de salientar que “somente as características litológicas principais realmente reconhecíveis em superfície ou em subsuperfície servem como base na definição e reconhecimento de unidades litoestratigráficas” (PETRI, 1986b, p. 376).

Partindo desses pressupostos e, sob o ponto de vista litoestratigráfico, Barreiras é uma Formação. A formação é a unidade fundamental da classificação litoestratigráfica. “Trata-se de um corpo rochoso caracterizado pela relativa homogeneidade litológica, forma comumente tabular, geralmente com continuidade lateral e mapeável na superfície terrestre ou em superfície” (PETRI, 1986b, p. 377).

Apesar dessas considerações a Formação Barreiras nem sempre foi

abordada na literatura geocientífica, especialmente a geomorfológica, com esse *status*. Alguns cientistas, à sua época, a denominaram de Série Barreiras, como por exemplo, Rego (1930). Outros preferiram designá-la de Grupo, a exemplo de Maior Filho (1967, p. 184); Carvalho (1982, p. 26-27); Assis (1985, p. 22); entre outros. Uma terceira categoria de autores, a exemplo de Tricart (1960, p. 6, 17) fez uso indiscriminado ora denominando de Série Barreiras, ora de Formação Barreiras.

Como na unidade litoestratigráfica Barreiras não se individualizam formações e sim fáries, não se pode usar a nomenclatura de grupo, e sim de formação. Dessa maneira, qualquer tentativa de classificá-la em qualquer outra categoria formal que não seja Formação não encontra sustentabilidade em função do estágio hodierno dos conhecimentos. Todavia, só recentemente e de forma incipiente, tem sido adotada, novamente, a expressão Formação Barreiras. O rebaixamento na hierarquia litoestratigráfica, vivenciado pela Formação Barreiras, constitui não um erro daqueles que, na época, a qualificaram de Grupo, e sim, uma mudança de categoria, procedimento mais ou menos comum no âmbito da Estratigrafia. Por essas razões, nesta pesquisa, a unidade litoestratigráfica Barreiras, chamar-se-á, a partir de agora, de Formação Barreiras.

O diagnóstico geológico desta Formação sempre foi bastante penoso, não só proveniente das inúmeras fáries, mas primordialmente motivado pelo grande alcance do intemperismo. O profundo intemperismo é responsável pelo mascaramento dos “caracteres sedimentares originais, tais como acamamento e estruturas deposicionais. Isto tem levado a conclusões bastante duvidosas e interpretações difíceis de se chegar.” (MABESOONE *et al.*, 1991a, p. 29).

A datação da Formação Barreiras, substancialmente arenosa, é dificultada pelos parcos fósseis. Alguns vestígios de vegetais fossilizados não foram suficientes para datar essa formação. Por isso a determinação de sua idade requer métodos mais modernos, a exemplo do paleomagnetismo e da termoluminescência. Datação a

partir de dados paleomagnéticos sinalizam que esta formação pertence à Era Cenozoica, na transição entre o Período Terciário e Quaternário, ou seja, data do Plioceno Superior e do Pleistoceno Inferior.

Se sua datação enfrenta certos problemas, a exemplo da escassez de fósseis, o mesmo não se aplica à evolução sedimentológica, onde as informações são mais evidentes. Nessa trajetória, a Formação Barreiras foi edificada segundo um sistema deposicional fluvial de acentuada magnitude espacial, onde são “identificadas fácies fluviais associadas a leques aluviais e planícies flúvio-lagunares” (ALHEIROS; LIMA FILHO, 1991, p. 80).

Na Bacia da Paraíba, a Formação Barreiras repousa diretamente na porção superior do cristalino ou, do mesmo modo, em cima das formações Cretáceas (Beberibe e Gramame) e Terciárias (Maria Farinha). Como demonstrado anteriormente, mormente no capítulo 3 (Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba), o município de João Pessoa situa-se na extremidade norte da Sub-Bacia Alhandra. Em oposição ao que acontece em outras áreas da Bacia da Paraíba, na área em apreciação, a Formação Barreiras não repousa diretamente na parte superior do cristalino e sim acima das formações Cretáceas. Na figura 21 (seção 3.3 - Estratigrafia), esse fato pode ser facilmente constatado.

A Formação Barreiras acusa espessura variável, sendo facilmente percebida visualmente, sobretudo nas vertentes e nas falésias, vivas ou mortas dos Baixos Planaltos Costeiros. Nos taludes de rodovias e nos taludes existentes nos locais de extração de minérios, notadamente de argilas, também são conspícuas (figura 36).

Na área em estudo há uma ampla área de ocorrência, estando presente em praticamente toda a extensão. Sua presença é descontinuada apenas nos leitos sedimentares, formados por depósitos quaternários, sobre os quais se modelam as Planícies Costeiras e as Planícies Fluviais.

Concluída esta breve e necessária consideração acerca da Formação Barreiras, volta-se à temática específica dos Baixos Planaltos Costeiros. Nesse escopo, ao focalizar a aludida unidade geomorfológica, Matsumoto (1974, p. 4-5) salienta que

o aspecto topográfico mais característico na zona é a existência de pequenas elevações que possuem um topo plano ou suavemente ondulado. Essas elevações são denominadas tabuleiros, o que significa terras tabuliformes [...]. A altitude relativa da superfície do topo dos tabuleiros, em relação ao nível do mar adjacente, ou aos principais leitos fluviais que o dissecam, oscila entre 30-40 metros na costa até uns 100 m para o interior.

FIGURA 36 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS NA FORMAÇÃO BARREIRAS - 12 AGO 2010



FONTE: O autor.

NOTA: Fácies argilosa da Formação Barreiras, intensamente explorada economicamente, localizada no sudoeste do município de João Pessoa. Os sedimentos da Formação Barreiras estruturam, via de regra, os Baixos Planaltos Costeiros.

Para Carvalho (1982, p. 27), os Baixos Planaltos Costeiros da Paraíba constituem uma

superfície sub-estrutural semi tabular, com mergulho na direção NE-E em amplitude de 60 a 90 quilômetros, que marca nitidamente a morfologia costeira do Estado no sentido N-S. Alcança, aproximadamente, 60 quilômetros de leste para oeste, com altitudes que vão aumentando, no mesmo itinerário, de 30-40 metros até 200 metros.

Sendo oportuno ressaltar que a amplitude de 60 a 90 quilômetros à qual a geógrafa se refere, tinha sido trazido à baila por Matsumoto (1974, p. 4). Todavia, em se tratando de Baixos Planaltos Costeiros, em território paraibano, os números acima constituem exagero. Maior precisão é exposta por Melo (1984). Segundo ele, essa unidade geomorfológica, representada pelos Baixos Planaltos Costeiros, possui “uma largura superior a 32 Km com altitudes variando entre 20 - 50 m. no litoral a 100 -150 m em seus rebordos interiores” (MELO, 1984, p. 51).

De acordo com as observações e algumas medições realizadas, chegou-se à conclusão de que em território paraibano os Baixos Planaltos Costeiros excepcionalmente atingem 50 km de largura, de forma contínua. Restos de capeamento sedimentar dos Baixos Planaltos Costeiros podem ser reconhecidos a mais de 70 km da linha do litoral, como é o caso dos capeamentos sedimentares encontrados na bacia hidrográfica do rio Paraíba, particularmente no baixo curso do rio Paraíba, nos municípios de Itabaiana (Microrregião de Itabaiana), Pilar (Microrregião de Sapé) e cercanias. Nestas ponderações, não foram levados em discussão os restos de coberturas sedimentares que constituem chapadas e serras que são bem mais interioranas. Portanto, as hipsometrias dos Baixos Planaltos Costeiros, em território paraibano, vacilam de 7 a 30 metros no litoral a 150 a 220 metros na hinterlândia (ver mapas 05 e 06).

Do ponto de vista geomorfológico, o limite ocidental dos Baixos Planaltos Costeiros é a Depressão Sublitorânea. Esta última unidade geomorfológica consta com essa mesma nomenclatura nas classificações geomorfológicas analisadas no item 4.3 (Classificações Geomorfológicas da Paraíba) (vide mapa 06).

A Depressão Sublitorânea, modelada predominantemente em rochas cristalinas, é constituída por colinas com topo, excepcionalmente, plano e mais comumente semiplano assim como por colinas convexas. As elevações de topo plano ou suavemente inclinado são modeladas nos remanescentes de revestimentos

sedimentar, enquanto que as elevações convexas são modeladas diretamente nos escudos sobrejacentes. Pelo fato de a Depressão Sublitorânea assentar-se além da área em estudo, as explanações aqui executadas, sobre a referida unidade geomorfológica são suficientes para a compreensão do cenário geomorfológico no qual os Baixos Planaltos Costeiros se inserem.

Os bordos ou as escarpas ocidentais dos Baixos Planaltos Costeiros não são tão íngremes como os orientais, entretanto seus desníveis são mais expressivos e chegam a cerca de 110 metros (vide mapa 05). As escarpas ocidentais constituem as *cuestas* (ver seção 4.3 - Classificações Geomorfológicas da Paraíba). A existência dessas *cuestas* é tema bastante polêmico, porém, e considerando, mais uma vez, que a região em exame não encerra as escarpas ocidentais dos Baixos Planaltos Costeiros, não há razão para adentrar nessa controvérsia.

Se por um lado as escarpas ocidentais dos Baixos Planaltos Costeiros não têm relevância na presente tese, o mesmo não se deve asseverar em relação às escarpas orientais. Elas são constituídas pelas falésias que dominam toda a faixa leste do município de João Pessoa, ora aproximando-se ora distanciando-se da linha do litoral, conforme informado no item 4.4.1.1 (Introdução).

Nesse sentido, como demonstrado anteriormente, no litoral meridional da pessoense os Baixos Planaltos Costeiros se aproximam tanto da linha do litoral que dificulta e em alguns trechos impossibilita um desenvolvimento mais expressivo da zona intertidal maior (figura 37). No litoral setentrional, por sua vez, os Baixos Planaltos Costeiros se distanciam progressivamente, de sul para norte, da linha do litoral, chegando a desaparecer por completo, da mencionada área, a partir das latitudes menores que 07° 06' 03" (latitude sul).

A continuidade espacial dos Baixos Planaltos Costeiros é interrompida pela ocorrência de vales fluviais. Os canais fluviais são responsáveis pelo escoamento exorreico das águas oriundas, diretamente ou indiretamente, dos Baixos

## Planaltos Costeiros.

FIGURA 37 - EXTREMO MERIDIONAL DO LITORAL DE JOÃO PESSOA - 20 MAR 2010



FONTE: João Pessoa (Prefeitura Municipal), 2002.

NOTA: A proximidade das falésias em relação à linha do litoral caracteriza o litoral meridional do João Pessoa. O aspecto retilíneo dessas falésias evidencia forte controle tectônico. No destaque (seta) o segundo mais expressivo promontório da área em circunspecção. Ao fundo o estuário do rio Gramame.

Os Baixos Planaltos Costeiros são vigorosamente trabalhados pelas águas pluviais e/ou fluviais. Essa unidade geomorfológica “disseca-se em colinas residuais de topos semi-aplaínados e vertentes convexas que, à primeira vista, confundem-se com algumas colinas, em meia-laranja, da Depressão Cristalina” (CARVALHO, 1982, p. 27). As colinas dos Baixos Planaltos Costeiros são regionalmente cognominadas de chás, enquanto que as colinas da Depressão Cristalina e de sua área core no Sudeste brasileiro, recebem diversas designações, a saber: cascos de tartaruga, mamelões, morros redondos, garupas, morros em dorso de elefante, meias-laranjas, entre outras. Sendo essa última denominação (meia-laranja) a mais utilizada nos meios científicos.

Na tentativa de reduzir, ou até mesmo evitar, a possibilidade de induzir a equívocos, quando se almeja distinguir as colinas residuais dos Baixos Planaltos Costeiros das colinas em meia-laranja da Depressão Cristalina, são necessárias certos comentários prévios e esclarecedores. No tocante à Geomorfologia, o critério litológico, o processo evolutivo e a morfologia servem de critérios básicos de distinção. As colinas residuais de topos semiaplaínados e vertentes convexas, dos Baixos Planaltos Costeiros são modeladas em rochas sedimentares enquanto que as colinas em meia laranja são elaboradas precipuamente em rochas magmáticas e metamórficas. Tal ilação pode ser obtida a partir da informação infra.

Setores de relevo mamelonizado, recobertos pela mata atlântica, aparecem desde a zona da mata nordestina até as **regiões cristalinas granítico-gnáissicas**, [sem grifo no original] mais costeiras de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Entretanto, enquanto tais áreas de **topografias mamelonares situam-se apenas nas regiões litorâneas ou sublitorâneas dotadas de rochas cristalinas** [sem grifo no original] - (em níveis altimétricos inferiores a 300 metros no Nordeste [...], a mamelonização no Brasil de Sudeste se inicia à altura das colinas cristalinas da baixada da Guanabara, a poucos metros de altitude [...]. **O relevo mamelonizado dos baixos morros cristalinos da zona da mata nordestina** [sem grifo no original] ou da porção oriental do escudo Uruguaio-sul-rio-grandense, constitui extensão restrita e marginais dos processos morfoclimáticos responsáveis pela gênese dos ‘mares de morros’ do Brasil de Sudeste. (AB'SÁBER, 2007, p. 58-59)

Outros aspectos diferenciais dizem respeito aos topos que tendem a ser semiplanos, nas colinas (chã) dos Baixos Planaltos Costeiros, em oposição às colinas, em meia-laranja da Depressão Cristalina, cujos topos propendem a ser mais convexos. Desse modo, nessas últimas, os processos de mamelonização foram mais representativos e, por isso, mais visíveis.

Essa breve exposição é fundamental para contextualizar a realidade geomorfológica na qual a Paraíba se insere, notadamente o município de João Pessoa. Contudo, na área de estudo não há a formação de colinas (chã) sobre os Baixos Planaltos Costeiros, dado que as topografias tabulares e subtabulares, com topos demasiadamente planos, sobressaem.

As considerações antecedentes procuraram, conforme já afirmado, enquadrar o relevo do município de João Pessoa no cenário geomorfológico paraibano. Na sequência, essa temática continuará a ser abordada só que doravante a explanação em tela será desenvolvida na perspectiva da Bacia da Paraíba.

Objetivando uma melhor compreensão dos Baixos Planaltos Costeiros, contemplados pela área em apreciação e imediações, optou-se por subdividir essa unidade geomorfológica em três subunidades. Os topos, as vertentes fluviais e as falésias marinhas ou costeiras constituem as subunidades dos Baixos Planaltos Costeiros. Essa subdivisão torna-se imperativa no propósito de ajustar a análise dos Baixos Planaltos Costeiros à escala aqui adotada para a interpretação das formas de relevo.

#### 4.4.3.2 Topos

Os topos dos Baixos Planaltos Costeiros exibem várias classes de grandezas espaciais, bem como inúmeras classes de dissecação. No estado da Paraíba, como analogamente em toda a Bacia da Paraíba, os topos reproduzem esse padrão, revelando ora preservados ora dissecados. Em geral, existe uma tendência, na Paraíba, de serem mais dissecados ao sul do rio Gramame, enquanto que ao norte são mais preservados. O tectonismo, possivelmente mais intenso ao sul do rio Gramame, justificaria esse panorama. A melhor preservação dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros está igualmente associada, *a priori*, a uma maior abundância de sedimentos arenosos.

Ao norte do Lineamento Pernambuco, no litoral de Pernambuco, (Sub-Bacia Olinda) e em menor escala no litoral sul da Paraíba (Sub-Bacia Alhandra) os topos dos Baixos Planaltos Costeiros são convexos. Esse relevo colinoso ou mameilonizado é resultante da atuação do clima quente e úmido sobre embasamento

cristalino e denuncia a diminuta profundidade do embasamento cristalino.

No litoral norte do estado da Paraíba, na Sub-Bacia Miriri, os topos adquirem outras propriedades, sendo bastante largos. Suas extensões transversais chegam a superar 9 km e demonstram, de maneira geral, entalhamento fluvial incipiente, salvo nos copiosos rios que demandam o Oceano, onde a dissecação é fraca. O topo semiplano dos Baixos Planaltos Costeiros, próximo ao litoral (34° 57' 10" de longitude oeste), entre os rios Miriri e Mamanguape, atinge cerca 7,5 km de extensão sul-norte.

Na área em estudo os topos, via de regra, ou são planos ou apresentam uma ínfima inclinação para leste, no entanto percebe-se uma restrita área com pálida aparência colinosa. Inclusive em concordância com o assinalado no item 2.2.1 (Aspectos Históricos) estas escassas e pequenas colinas tiveram um papel histórico importantíssimo para a atual cidade de João Pessoa.

As aludidas colinas manifestam uma morfogênese dessemelhante em relação ao relevo colinoso encontrado, sobretudo, na Sub-Bacia Olinda. Consoante ficou evidenciado no item 4.4.3.1 (Introdução), o relevo colinoso ou relevo mamelonizado, que se desenvolve nas regiões litorâneas e sublitorâneas da Sub-Bacia Olinda, assim como na Depressão Sublitorânea da Paraíba relacionam-se com a modelagem, em clima quente e úmido, de rochas cristalinas.

No caso específico das áreas com pequena elevação de declive suave, posicionadas no noroeste do município de João Pessoa a morfogênese não tem correlação direta com o substrato de rochas cristalinas, como ocorre nas áreas previamente citadas. Portanto, as referidas colinas, aqui observadas, não se enquadram nesse arquétipo. Elas foram edificadas a partir de um substrato com forte influência das rochas calcárias que compõem a Formação Gramame. A disposição geográfica dessas colinas coincide com as principais áreas de afloramento da Formação Gramame. Como anteriormente destacado, elas estão

localizadas no noroeste do município e são provenientes da ação intempérica e erosiva das águas pluviais e fluviais sobre os Baixos Planaltos Costeiros.

As colinas não deixam, por conseguinte, de ser uma topografia incipientemente mamelonizada, e apesar de sua gênese ser distinta, suas características fazem lembrar muito vagamente o domínio morfoclimático dos Mares de Morros. Sendo aqui oportuno salientar que

somente as áreas *core* têm individualização própria pela presença de um ecossistema predominante, porém mais único, apresentando feições geomórficas originais, como também áreas passíveis de ser tomadas, sem nenhuma dúvida, como áreas "clímax", do ponto de vista rigorosamente fitogeográfico. Não há nenhuma relação entre as áreas *core* e as províncias geológico-estruturais do país. Pelo contrário, dentro dos *cores* existem terrenos de diferentes idades e de litologias variadas, que pertencem indiferentemente a escudos ou bacias sedimentares. Nesse sentido, trata-se da presença de geossistemas diferenciados. Entretanto, os *cores* estão profundamente amarrados aos quadros de superposição dos fatos geomórficos e geopedológicos, que são os principais responsáveis, ainda que não os únicos, pelas condições ecológicas médias nelas dominantes. Por outro lado, possuem filiação muito direta com a história paleoclimática quaternária das regiões onde se fixaram e se expandiram. (AB'SÁBER, 2007, p. 28).

A Bacia da Paraíba é objeto de diversos modelos de enquadramento estrutural. (ver capítulo 3 - Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba). Para Mabesoone e Alheiros (1988, p. 480), a bacia é apenas homoclinal. Mabesoone (1996, p. 81) classifica-a como um *relay ramp* com zonas de transferência. Segundo Barbosa *et al.* (2003, p. 105), a Bacia da Paraíba “se comporta como uma rampa suave homoclinal de blocos falhados”. Barbosa e Lima Filho (2006, p. 294) imputam como rampa distalmente inclinada com talude (*distally steepened ramp*).

Independente do enquadramento escolhido a Bacia da Paraíba é, em terra, uma rampa. E por assim ser, revela obliquidade de suas camadas (mergulho) no sentido leste. Em virtude de a reduzida angularidade prevalecer, as camadas são preponderantemente semi-horizontais.

Portanto, em razão das camadas mergulharem sempre no mesmo sentido (leste) e com o predomínio de um mesmo e pequeno ângulo, os Baixos Planaltos

Costeiros são influenciados por essas singularidades geológicas. Esses condicionantes geológicos são de suma importância geomorfológica.

Sujeitando-se ao tipo estrutural da Bacia da Paraíba, os topos dos Baixos Planaltos Costeiros registram, como ressaltado previamente, pequena inclinação para leste. Corroborando, dessa forma, para que os topos sejam planos e, mormente, semiplanos. Mesmos nas áreas situadas a noroeste do município de João Pessoa onde a morfologia se aproxima de uma conformação colinosa, em geral, os topos preservam, com menor fidedignidade, os mencionados atributos tabulares e semitabulares. Nos rebordos leste dos Baixos Planaltos Costeiros acham-se as falésias.

Nos rebordos internos dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros constatam-se, igualmente, angularidades. Todavia, elas não são mais comandadas diretamente pela tipologia estrutural da Bacia da Paraíba e sim pela ação geológico-geomorfológica dos cursos d'água. Nesse último contexto, a inclinação dos topos é conduzida para as nascentes dos riachos e rios. Em oposição aos bordos retilíneos dos Baixos Planaltos Costeiros que constituem as falésias, os bordos advindos da incisão linear remontante dos riachos e rios, e sua consequente erosão areolar, que formam as vertentes, dão aos topos dos Baixos Planaltos Costeiros um aspecto festonado.

Conforme visto preambularmente, nesta mesma seção, os topos planos e semiplanos expressam maior relevância espacial (ver tabela 05), e são balizados a leste pelas falésias e, essencialmente, pelos seccionamentos decorrentes da erosão vertical e a subsequente erosão areolar. Dessa divisão emergem seis topos de maior magnitude em termos de município de João Pessoa, que são delimitados pelos rios: Gramame, Cuiá, Laranjeiras, Jaguaribe e Paraíba. A extensão sul-norte desses topos gira em torno de 3,5 km a 5 km de extensão. São extensões visivelmente superiores as verificadas, por exemplo, no vizinho meridional município do Conde, e bem

inferiores as dimensões mensuradas no litoral norte da Paraíba. Nesse sentido, o topo semiplano dos Baixos Planaltos Costeiros, próximo ao litoral ( $34^{\circ} 57' 106''$  de longitude oeste), entre os rios Miriri e Mamanguape, atinge cerca 7,5 km de extensão sul-norte. A densidade hidrográfica é diretamente proporcional à dissecação e, desta forma, estabelece um maior seccionamento dos Baixos Planaltos Costeiros, reduzindo a vastidão dos seus respectivos topos.

A área objeto desta pesquisa ocupa uma faixa intermediária entre as Sub-Bacias Alhandra e Miriri, em que pese o fato de assentar-se na porção setentrional da Sub-Bacia Alhandra. Contudo, na perspectiva geomorfológica, melhor se enquadraria na Sub-Bacia Miriri. Seus amplos topos planos e semiplanos, a reduzida densidade de drenagem, entre outras peculiaridades geomorfológicas corroboram esta assertiva.

Em diversas áreas dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros são comuns as coberturas arenosas. Essas areias quartzosas não integram, sob o prisma estratigráfico, a Formação Barreiras. Elas formam, conjuntamente com outros depósitos, as Coberturas ou Depósitos Sedimentares Quaternários. Apesar de serem abundantes e facilmente visualizado, esses depósitos quaternários nem sempre são objeto de análises geomorfológicas. Alguns poucos autores as ignoram ou as tratam de maneira excessivamente generalizada.

Ao estudar a estratigrafia da sequência clástica inferior (andares coniaciano-maastrichtiano inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas, particularmente no que diz respeito aos Depósitos Quaternários, Souza (2006, f. 74) afirma que "esta unidade é constituída de um conjunto de sedimentos depositados quase que exclusivamente na Planície Costeira, à exceção das aluviões recentes, as quais são depositadas nos vales fluviais instalados em cotas mais elevadas". Portanto, o referido especialista não contemplou, nos Depósitos Quaternários, as coberturas arenosas existentes sobre os Baixos Planaltos

Costeiros.

Furrier (2007) subdividiu os Depósitos Quaternários da Folha João Pessoa (1:100.000) em nove classes. Entre elas identificou e dissertou sobre o que chamou de dunas inativas.

O maior campo de dunas inativas localiza-se ao sul da zona urbana de João Pessoa, desde o altiplano do Cabo Branco até as proximidades do Rio Jacarapé [...]. Esse campo de dunas inativas vem sofrendo forte pressão antrópica, com o desmatamento da vegetação fixadora, a abertura de loteamentos e a retirada de areia para a construção civil. (FURRIER, 2007, f. 57)

A terminologia adotada por Furrier (2007), apesar da boa qualidade de sua pesquisa, não é, *data vénia*, a mais apropriada para designar essas coberturas arenosas, pelo menos as encontradas nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros ao sul da malha urbana de João Pessoa.

Em que pese o fato de esses depósitos terem sido formadas pelos sedimentos de antigas dunas, hodiernamente as dunas estão praticamente extintas, tendo em vista que foram impetuosamente dissipadas. E ainda, mesmo levando em conta que as coberturas arenosas apresentam algumas características similares as dunas (por exemplo: morfogênese ligada à ação eólica; formada por areias quartzosas, bem classificadas; sedimentos com compleição arredondado e fosco; entre outras), a forma (morfografia e morfometria) as distinguem. Logo seria melhor designá-las de paleodunas, ao invés de dunas inativas.

As paleodunas são exemplos típicos de depósitos pós Formação Barreiras. E, nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros, na porção meridional da área mais expressivamente edificada do município de João Pessoa as paleodunas predominam sobre as dunas inativas.

Nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros posicionados notadamente no sudeste da área investigada as coberturas arenosas se manifestam com maior magnitude e frequência (figura 38). “A origem dessas areias continua sem uma

explicação definitiva, embora, na maioria dos estudos, seja colocada como resultado de processos de lixiviação intensa.” (CARVALHO, 1982, p. 30). Essas areias inconsolidadas possuem espessuras variáveis, quase sempre, superiores a um metro. “Na base dessas areias ocorrem localmente seixos mais ou menos arredondados, de quartzo, ferruginizados, com a tendência de formar uma couraça.” (MABESOONE; SILVA, 1991, p. 120).

FIGURA 38 - AREIAS NOS TOPOS DOS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 31 JUL 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Vista lateral dos Baixos Planaltos Costeiros, cuja espessura das coberturas arenosas chega a ultrapassar 3,5 metros, a exemplo desta fotografia. Nas áreas de falésias vivas, como essa, parte das areias quartzosas das atestadas coberturas voltam a ser mobilizadas pela dinâmica costeira.

Nas superfícies dos topos, basicamente naqueles com menor declividade e com considerável percentual de sedimentos arenosos, desenvolvem-se depressões. Que se notabilizam por serem rasas e por serem dotadas de raios de grandes

diferentes e inconstantes, que permanecem habitualmente ou sazonalmente alagadas.

Os mencionados abaixamentos são comuns na região em análise, tanto internamente, quanto principalmente nas contiguidades. Nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros, mormente no sudoeste da área trabalhada, mais especificamente entre os rios Mombaça (sul) e as nascentes do rio Marés (norte), concentram-se em maior quantidade. A significativa centralização dessas depressões na referida região e cercanias (coordenadas geográficas:  $7^{\circ}10'00''$  a  $7^{\circ}12'00''$  de latitude sul e  $34^{\circ}59'30''$  a  $34^{\circ}56'00''$  de longitude oeste) é tamanha a ponto de influenciar a toponímia local. O Tabuleiro das Lagoas (figura 39) exemplifica a assertiva anterior.

FIGURA 39 - DEPRESSÕES NOS TOPOS DOS BAIXOS PLANALTOS COSTEIROS - 1974



FONTE: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1974a), com modificações introduzidas pelo autor.

NOTA: Abundância de depressões formadas sobre os topos dos Baixos Planaltos Costeiros. As formas tabular e semitabular desses topos ficam evidenciadas pelas curvas de nível. No município de João Pessoa a veemência e regularidade dessas depressões coincidem com as maiores altimetrias.

Como, via de regra, os topos dos Baixos Planaltos Costeiros, na área em

estudo, apresentam baixo índice de dissecação, as citadas depressões são encontradas com certa facilidade (figura 40). Inclusive nas áreas próximas à linha do litoral, algumas incipientes depressões desenvolvem-se nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros. Exceção da porção noroeste, onde os Baixos Planaltos Costeiros vivenciaram intensa ação pluvial e fluvial resultando em um relevo constituído por colinas de topos semiplanos. Sobre estas colinas ver também a seção 2.2.1 (Aspectos Históricos).

FIGURA 40 - DEPRESSÕES SAZONALMENTE ALAGADAS NOS TOPOS - 01 MAI 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Essas depressões alagam sazonalmente e são comuns nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros. Sua origem é pedogenética e sua gênese deve-se à existência de camadas impermeáveis de areias cimentadas ou mesmo de arenitos. Fotografia obtida a partir da Rua Agente Fiscal Ulrico José de Magalhães, no bairro de Mangabeira.

Na tentativa de elucidar a gênese dessas depressões situadas nos topos, notadamente nos mais arenosos, diversas hipóteses surgiram. Alguns pesquisadores aventam a possibilidade de serem dolinas, outros refutam esse posicionamento. Por oportuno, compartilha-se da tese da existência de camadas impermeáveis de areias cimentadas ou mesmo de arenitos, como condição necessária para a criação das

depressões alagadas. Nas áreas de ocorrência “é freqüente o aparecimento de manchas de podzol hidromorfo. A presença de uma camada de “*alios*” [...] em um dos horizontes do perfil provoca uma subida das águas de infiltração. Formam-se depressões alagadas temporárias” (MELO, 1984, p. 61). O termo *alios*, relatado pelo autor, tem sentido pedológico e designa o horizonte endurecido em solos podzol lixiviados. O endurecimento desse horizonte é causado pela acumulação de óxidos de ferro e alumínio.

#### 4.4.3.3 Vertentes Fluviais

Vertente pode ser concebida como uma “superfície inclinada, não horizontal sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 26). Nessa ótica, a ideia de vertente é extremamente abrangente e, por isso, pode ser empregada indistintamente para quaisquer faces da superfície terrestre que acuse obliquidade, independente da origem e da localidade.

Nessa mesma perspectiva conceitual, Florenzano (2008, p. 16) afirma que as vertentes “também denominadas encostas, são superfícies inclinadas que formam a conexão dinâmica entre a linha divisória de águas e o fundo do vale (talvegue).” Desse modo, a noção de vertente, apesar de espacialmente abrangente, têm aplicação restrita.

Em geral, a noção de vertente é do ponto de vista espacial, excessivamente ampla. Apesar disso, é largamente utilizada na literatura geocientífica. Nesta explanação, em que pese a consagração dos conceitos precedentemente expostos, as vertentes, igualmente cognominadas de encostas, escarpas, entre outros, são formas de relevo ligadas, direta ou indiretamente, à incisão (entalhamento) fluvial.

Nessa trajetória, e no intuito de evitar ambiguidades, optou-se por fazer

uso da terminologia *vertente* acompanhada do adjetivo fluvial. Tal procedimento pode até transparecer, *a priori*, redundância. Porém evita interpretações dúbias, contribuindo assim para um maior rigor conceitual que vem sendo perseguido durante toda a execução deste relatório.

Conforme foi exarado inicialmente no item 4.4.3.1 (Introdução) os contornos dos Baixos Planaltos Costeiros da Paraíba são constituídos por escarpas dominanteamente íngremes, especialmente em sua extremidade leste. Entretanto, não apenas nos limites externos desta unidade geomorfológica existem encostas nas quais afloram, com pujança, a Formação Barreiras.

Em decorrência da erosão linear dos cursos d'água nos Baixos Planaltos Costeiros, os topos são seccionados em distintas ordens de magnitude. E dessa ação fluvial surgem as vertentes fluviais que traduzem a robustez da verticalização dos cursos d'água sobre os Baixos Planaltos Costeiros. A referida erosão fluvial ocorre, via de regra, de forma perpendicular à linha do litoral. Por esse motivo as vertentes são influenciadas por esse padrão, o que é revelado com clareza pelos mapas de sombreamento (mapas 09 e 10).

Essas incisões fluviais e as consequentes erosões areolares foram comandadas por múltiplos fenômenos climáticos e geológicos que aconteceram durante o Quaternário, a exemplo das glaciações e do tectonismo. Sendo aqui oportuno ressaltar que a ação das glaciações, na área em exame, se deu de maneira indireta através das regressões marinhas nos períodos glaciais e as transgressões marinhas nos períodos interglaciais. Portanto, na mencionada área, não há ação geológico-geomorfológica glacial durante o Quaternário.

A destoante opulência entre o pequeno caudal dos rios pessoenses (exceto o rio Paraíba), contrasta com a de seus respectivos vales (figura 41). Esse fato se constitui em forte evidência do reflexo da ação das glaciações e do tectonismo que acarretaram transgressões e regressões marinhas durante o Quaternário.

O modelado das vertentes desse Baixo Planalto Costeiro é variado. Essas vertentes que se apresentam alongadas, côncavas e predominantemente, convexas, são bem dissecadas, com sulcos e ravinas alargadas pela ação do escoamento superficial pluvial e pela interferência humana. Apresentam-se, algumas vezes, lobuladas, ou com festões devido aos entalhes fluviais, caracterizando os ‘grotões’. Estes coincidem quase sempre com áreas de cabeceiras, cobertas com mata úmida e destacam-se como alvéolos ou anfiteatros com declives acentuados. (CARVALHO, 1982, p. 29).

FIGURA 41 - CONTRASTE ENTRE O CAUDAL E O VALE DO JAGUARIBE- 01 DEZ 2010



FONTE: O autor.

NOTA: O pequeno volume d’água dos rios destoa em relação às dimensões dos vales. Essa morfologia é o resultado da atuação de episódios gládio-estáticos e tectônicos durante o Quaternário. Amplo vale do rio Jaguaribe, de íngremes vertentes. A maior declividade da margem direita (primeiro plano da fotografia) é patente e pode ser facilmente percebida pelos patamares altimétricos onde foram construídas as residências.

Melo (1984), chegou a conclusão idêntica notadamente quanto à heterogeneidade das formas de vertentes. Isso posto, no litoral da Paraíba

as vertentes são bastante diversificadas não somente quanto à forma como quanto a sua localização. De modo geral elas são convexas com ligeira concavidade basal mas localmente elas podem ser retilíneas ou reguladas ou ainda apresentarem uma concavidade somital. (MELO, 1984, p. 51).

A dissimilitude, a que o autor anteriormente citado alega, é também notória dentro dos limites geográficos e circunvizinhos a eles nos quais se encrava, espacialmente, o objeto destas abordagens. Os vales dos rios Gramame e Jaguaribe são conspicuamente dissimétricos. As vertentes meridionais do rio Gramame são, em geral, mais íngremes e bastante dissecadas, ostentando tributários bem encaixados, com vales em forma da letra V. No caso do rio Jaguaribe, as vertentes da margem esquerda possuem, em seu médio e baixo curso, maior declividade. Se as vertentes dos rios Gramame e Jaguaribe são dissimétricos, os rios Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu e Cabelo são mais simétricos, cenário que corrobora para a heterogeneidade das vertentes.

As aludidas vertentes da margem direita (meridionais) do rio Gramame em virtude de terem sido modeladas sobre o alto estrutural do Conde ou Garapu (Guarapu - variante linguística), conforme assinalado no item 4.4.2 (Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação), são íngremes e, por conseguinte, bastante dissecadas. Como corolário estas vertentes exprimem afloramentos calcários.

A pluralidade de vertentes não é restrita aos vales dissimétricos. Ela se manifesta ainda, quando se observa o vale ao longo de toda a sua extensão. Ou seja, há variedade de formas tanto transversalmente como longitudinalmente. No sentido longitudinal, o rio Marés, por exemplo, exibe vertentes íngremes apenas nos cursos baixo e médio. Em seu alto curso, a declividade das vertentes se reduz drasticamente. Essa realidade sugere que a erosão remontante encontra-se em intensa atividade.

O vale desse rio [rio Marés] é bastante anômalo [...], com vertentes alcançando 100% de declividade. Em alguns trechos, a dimensão interfluvial é de apenas 100 m e o entalhe fluvial é de 40 m. Outro fato curioso constatado é que, tanto as declividades como o entalhe não se estendem até as cabeceiras com intensidade similar, o que acaba refutando evidências de um pulso de soerguimento para toda sua extensão. (FURRIER, 2007, f. 137).

Como as vertentes aqui consideradas são modeladas, precipuamente sobre a Formação Barreiras, aquelas refletem as peculiaridades dessa. Isto posto, é bastante comum na Formação Barreiras a presença de óxidos e hidróxidos de ferro que se constituem em importantes agentes cimentantes. O clima tropical quente e

FIGURA 42 - FERRICRETES E SURGÊNCIAS DE ÁGUA NAS VERTENTES - 21 AGO 2006



FONTE: O autor.

NOTA: Determinadas camadas da Formação Barreiras apresentam baixa permeabilidade, a exemplo das camadas constituídas pelos ferricretes. As águas precipitadas sobre as vertentes seguem, predominantemente, dois caminhos: infiltração e escoamento. Neste particular denota-se que a água infiltrada foi interceptada por uma camada de pouca permeabilidade e que ressurge naturalmente nas vertentes. A coloração da água denuncia o alto teor de óxidos e hidróxidos de ferro.

úmido de João Pessoa favorece a transformação geoquímica destes de óxidos e hidróxidos de ferro em ferricretes. Em termos menos precisos, os ferricretes são igualmente denominados de lateritas.

Genericamente, dá-se o nome de lateritas às formações superficiais constituídas por oxi-hidroxidos de alumínio e de ferro e por caulinita. Ao conjunto de processos

responsáveis por essas associações minerais, respectivamente, alitização e monossialitização, dá-se o nome de laterização. (TOLEDO; OLIVEIRA; MELFI, 2000, p. 148).

Os caliches, compostos quimicamente por óxidos e hidróxidos de ferro, formam nódulos e/ou crostas (duricrostas) de grande repercussão geomorfológica. As duricrostas, em geral, são típicas das morfologias áridas e semiáridas. No entanto, existem aquelas duricrostas, como é o caso dos ferricretes que são típicas de morfologias edificadas em clima quente e úmido. No estudo dos Baixos Planaltos Costeiros, principalmente, nas discussões sobre as vertentes fluviais e as falésias, os ferricretes adquirem notabilidade geomorfológica.

Nas vertentes, os ferricretes operam como uma camada de significativo grau de impermeabilidade, contribuindo, dessa forma, para a formação de aquíferos. Nessa perspectiva, as águas que se infiltram com certa facilidade nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros, ao atingirem os caliches ou quaisquer outras camadas impermeáveis vão alimentar os aquíferos que se formam, possibilitando desse jeito o afloramento de água em algumas vertentes (figura 42).

#### 4.4.3.4 Falésias costeiras ou marinhas

Previamente é conveniente ressaltar que no exterior, fundamentalmente nos países anglo-saxônicos, não há obrigatoriamente conexão entre falésias e litorais. “Do mesmo modo que a palavra precipício (bluff), o termo falésia (cliff) não está necessariamente relacionado a regiões costeiras” (SUGUIO, 1998, p. 331). Por esse motivo quando se deseja analisar as falésias costeiras ou marinhas é de bom alvitre explicitar claramente que a referida análise se refere a esta categoria de falésia. Nessa linha de raciocínio, as falésias costeiras ou marinhas (*sea cliff*) são “escarpas costeiras originadas por trabalho erosivo do mar” (LEINZ; LEONARDOS, 1982, p. 80).

Apesar desse último esclarecimento, é sempre adequado salientar que mesmo as falésias costeiras não necessariamente são originadas pela ação geológico-geomorfológica do mar ou do oceano. Algumas falésias costeiras podem ter sido originadas, por exemplo, por eventos tectônicos. Mesmo levando em conta essas hipóteses, em todas elas a ação geológico-geomorfológica marinha, seja ela passada ou presente, é inerente às falésias costeiras ou marinhas (*sea cliff*). Por essas razões foram usadas as terminologias falésias costeiras ou falésias marinhas, em detrimento do vocábulo *falésias*, apesar da consagração da palavra *falésia*, sem o adjetivo costeira ou marinha, nos trabalhos geocientíficos nacionais.

Além dessas ponderações preliminares, torna-se ainda oportuno levar a efeito a clássica divisão das falésias, formas de relevo subdivididas em duas classes conforme a atuação atual ou não da ação marinha. Nesse sentido, e consoante as considerações anteriores, as falésias marinhas podem ser ativas ou inativas.

As falésias marinhas ativas (*active sea cliff*) distinguem-se por sofrerem ação marinha direta e atual. As falésias marinhas inativas (*inactive sea cliff*), por sua vez, singularizam-se por terem sofrido a ação marinha pretérita. Essas falésias são também denominadas de vivas e mortas, respectivamente. Doravante, o uso do termo *falésia*, quando não acompanhado de um adjetivo, terá a conotação de falésia costeira ou falésia marinha.

As falésias costeiras, na área em apreciação, constituem as extremidades orientais dos Baixos Planaltos Costeiros, que foram ou estão sendo submetidas à ação geológico-geomorfológica das vagas marinhas. Essa verificação pode ser estendida não apenas para o estado da Paraíba, como analogamente para toda a Bacia da Paraíba e Bacias circunvizinhas, inclusive parte das interpretações realizadas adiante podem ser facilmente averiguadas em outras áreas. Entretanto, a preocupação precípua é fazer a caracterização das falésias na área em estudo, foco dos comentários a seguir.

No município de João Pessoa as falésias encerram intensos desníveis. Inclinações da ordem de quarenta e cinco graus são relativamente frequentes no litoral sul da área em exame (vide mapa 07). Nessa localidade, as falésias geralmente se encontram em plena evolução.

O prolongamento dos Baixos Planaltos Costeiros em direção à linha do litoral faz com que trechos das falésias sofram a intervenção direta e atual da dinâmica marinha. Essas falésias localizam-se, de sul para norte, na praia de Barra de Gramame, Camurupim (atualmente mais conhecida como praia do Sol), Jacarapé, Arraial, e na extremidade leste do promontório do Cabo Branco na divisa das praias dos Seixas e Cabo Branco.

Mesmo nessas áreas, da antemão individualizadas, o recuo das falésias é predominantemente pontual. Portanto, a evolução das falésias ativas se restringe a determinadas áreas das mesmas. Diversos fatores dificultam ou até mesmo impedem que a ação geológico-geomorfológica das vagas atue diretamente nas falésias (figura 43). Alguns terraços marinhos holocênicos, por exemplo, impedem a ação marinha no sopé das falésias. Tal fato pode ser facilmente constatado, notadamente nos locais onde as vegetações pioneiras com influências marinhas (“restingas”) se instalaram e se desenvolveram há mais tempo (figura 37).

Como nas falésias são igualmente comuns, além dos terraços, as rampas de colúvios, a ação geomorfológica das vagas marinhas revela-se, *a priori*, menos intensa. É evidente que nas falésias desprovidas de terraços marinhos e de rampas de colúvio, a ação marinha, apresenta maior magnitude e recorrência.

Quando as vagas, na zona intertidal, atingem o sopé das falésias provocam um vazio no seu segmento inferior (figura 44). Nessas condições os blocos de sedimentos e/ou rochas situados acima desses vazios podem perder sua estabilidade provocando o desmoronamento desses blocos, acarretando o recuo da falésia.

A assertiva precedentemente examinada merece uma análise mais

FIGURA 43 - PROMONTÓRIO DO CABO BRANCO E SUAS FALÉSIAS - 01-MAR-2006



FONTE: O autor.

NOTA: A litologia, a ausência de terraços marinhos e a escassez de ferricretes e duricrustas no sopé, associados a uma maré de exponencial expressividade (2,80 metros) acarreta uma evolução rápida e local dessas falésias. No primeiro plano da fotografia, é visível a elevada carga de sedimentos em suspensão, o que atesta a ação das vagas marinhas sobre as escarpas.

FIGURA 44 - GRUTA DE ABRASÃO CRIADA PELA AÇÃO DAS VAGAS - 01 DEZ 2010



FONTE: O autor.

NOTA: A incipiente coesão dos sedimentos da Formação Barreiras favorece a ação mecânica e, secundariamente, química das ondas marinhas. Gruta de abrasão nas falésias do promontório do Cabo Branco em franca expansão o que torna iminente o desmoronamento da porção cimeira.

verticalizada. Nesse sentido, a pouca consistência dos sedimentos que compõem as falésias potencializam, sem dúvida, a sua retrogradação. Entretanto, faltam parâmetros para afirmar que esse processo é rápido. Diversos mecanismos concorrem para retardá-lo. A existência, por exemplo, de terraços ou de blocos de ferricretes procrastinam a evolução dessas falésias.

A ação antrópica, inquestionavelmente, vem potencializando o recuo das falésias. Nos desmatamentos estão implícitos, outrossim, as dissímeis atividades exercidas em decorrência direta ou indireta da expansão urbana da cidade de João Pessoa.

FIGURA 45 - FALÉSIA (MARGEM ESQUERDA) E FOZ DO RIO JACARAPÉ - 30-JUL-2004



FONTE: O autor em coautoria com o Prof. Dr. Roberto Sassi.

NOTA: Na desembocadura do rio Jacarapé, a trajetória do canal fluvial vem sofrendo constantes alterações. O canal fluvial desloca-se, predominantemente, para a esquerda expondo as falésias que, até então estavam inativas, à ação das ondas marinhas.

Os processos responsáveis pela evolução das falésias vivas envolvem

basicamente a ação geomorfológica das vagas marinhas sobre as falésias, e que acordo com ventilado anteriormente acarreta o solapamento basal das mesmas criando, desta forma, condições favoráveis aos desmoronamentos. No caso específico das falésias próximas ao desaguadouro do rio Jacarapé, mais precisamente em sua margem esquerda, além dos processos supraditos, tem-se que adicionar ainda a ação fluvial. A intensa dinâmica do canal fluvial na foz do rio Jacarapé vem transformando localmente as falésias inativas em ativas (figura 45).

No litoral setentrional em estudo, ao norte do promontório do Cabo Branco, todas as falésias marinhas são inativas. O mesmo ocorre na extremidade norte do litoral meridional de João Pessoa, mais especificamente nas praias da Penha e Ponta do Seixas.

Conforme salientado no item 4.4.1 (Planícies Costeiras), mais especificamente no subitem 4.4.1.1 (Introdução), tanto na extremidade norte do litoral meridional de João Pessoa quanto no litoral setentrional, a agradação costeira resultou em uma ampla faixa de sedimentos. Na extremidade norte do litoral meridional de João Pessoa a largura máxima das Planícies Costeiras alcança cerca de 300 metros e 4,5 km<sup>2</sup>. No litoral setentrional essa largura chega a 1.590 metros. Em ambos os casos os dados ora apresentados coincidem com as distâncias máximas que separam as falésias inativas (linha de costa) da linha do litoral (zona intertidal menor).

Nessa perspectiva, ao apartar as falésias inativas da linha do litoral, a Planície Costeira, evita, desta forma, a ação marinha nessas escarpas. Nestas falésias, os processos geológico-geomorfológicos atuantes fazem parte da dinâmica continental. Inclusive alguns movimentos de massa são bastante frequentes a exemplo dos rastejamentos e deslizamentos, movimentos de massa potencializados pela ação antrópica.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1- INTRODUÇÃO

O estudo morfológico aqui desenvolvido foi norteado pela Teoria do Equilíbrio Dinâmico. Segundo esta perspectiva teórico-metodológica aplicada as investigações do relevo, a noção de sistema, que resulta na abordagem integrada do relevo com os demais componentes dos geossistemas, é pré-requisito indispensável. Os sistemas geomorfológicos, e, por extensão, os sistemas ambientais físicos e biológicos, quando analisados em conjunto, surgem com propriedades novas, que não aparecem se considerados isoladamente.

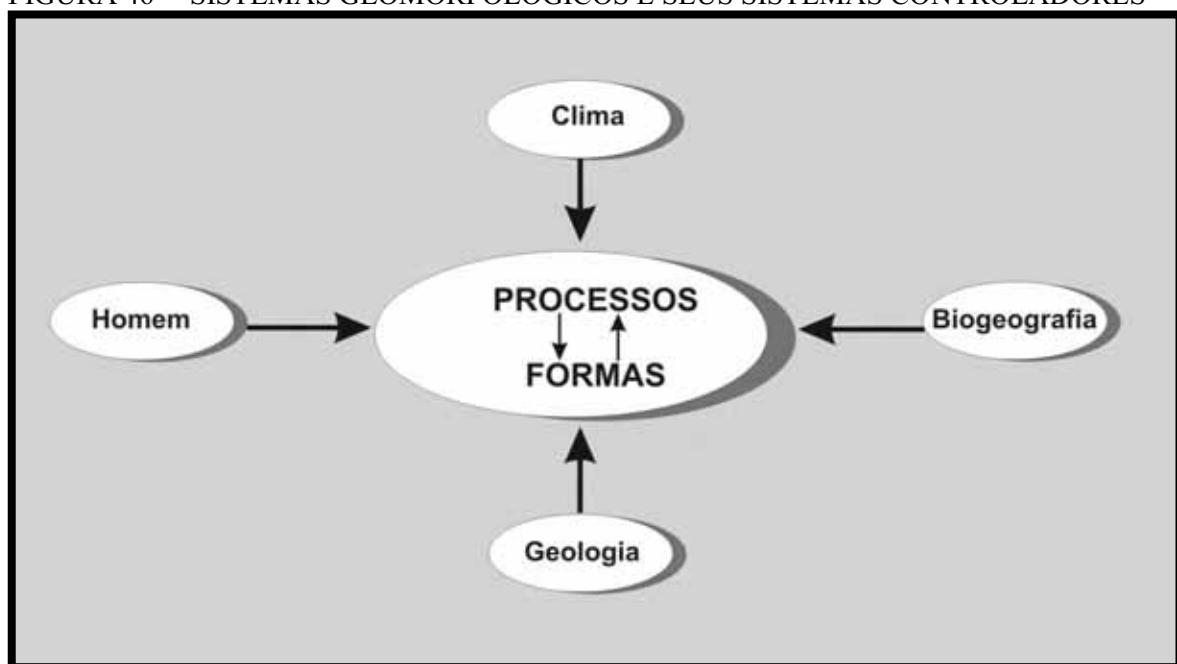
No caso específico dos sistemas geomorfológicos, a sua compreensão exige, à luz da Teoria do Equilíbrio Dinâmico, a perquirição dos mais notáveis sistemas antecedentes ou controladores (figura 46), quais sejam: climático, geológico, biogeográfico e antrópico. E apesar dessa ordem não ter sido seguida, por questões didáticas e metodológicas, todos os sistemas antecedentes ou controladores, acima mencionados, foram versados para melhor embasar a Geomorfologia do município de João Pessoa (PB).

O enfoque holístico do relevo foi perseguido durante todas as etapas deste trabalho. E, mais uma vez, por imposição didática e metodológica, a explanação foi setorizada por tema. Portanto, a divisão do todo em fragmentos surgiu como um imperativo didático e metodológico. O diagnóstico de cada elemento foi realizado objetivando estabelecer relação entre eles. Este tipo de tratamento não inviabiliza, necessariamente, a priorização do entendimento integral dos fenômenos geomorfológicos.

Alicerçada nestas questões didático-metodológicas, a presente pesquisa foi elaborada a partir do exame das Organizações Espaciais em João Pessoa, da

Paleogeografia e Geologia da Bacia da Paraíba e da Geomorfologia do Município de João Pessoa. Desse modo, procurou-se nortear as observações, conforme comentado amiúde, para a morfografia (qualitativo) e para a morfometria (qualitativo), dentro de uma ótica sistêmica. E para tanto os vultosos compartimentos do relevo (Planícies Costeiras, Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação e os Baixos Planaltos Costeiros) e seus subcompartimentos enquadram-se, precipuamente, na quarta ordem de grandeza da metodologia de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965).

FIGURA 46 - SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS E SEUS SISTEMAS CONTROLADORES



FONTE: Domínio público, com *layout* do autor.

NOTA: Sistemas geomorfológicos e seus mais expressivos sistemas controladores. Os fluxos de energia e matéria entre estes sistemas se sucedem através de complexos mecanismos. Nesta ponderação, a depreensão destes mecanismos é uma preocupação constante.

Em face dessas focalizações, a elucidação das *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*, foi produzida à luz do método e dos referenciais técnicos e metodológicos

detalhados no capítulo 1 (Introdução). Desta exposição foi gerado um razoável arsenal cartográfico, que será abordado ao longo deste capítulo. Tendo igualmente oferecido relevantes subsídios às conclusões aqui obtidas, e exaradas a seguir, e retomadas, mormente, no capítulo 6 (Conclusões).

## 5.2- ORGANIZAÇÕES ESPACIAIS

A análise das organizações espaciais, em particular dos sistemas ambientais físicos e biológicos (geossistemas) possibilitou constatar que na área em estudo a latitude e a maritimidade são os principais fatores climáticos. Assim como, a avaliação do comportamento médio dos elementos climáticos é fundamental para as apreciações climáticas. Entretanto, na ciência geomorfológica, a conduta dos elementos climáticos é muito mais relevante em termos de magnitude e frequência. Ou seja, do ponto de vista geomorfológico é mais importante levar em consideração que, segundo a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1990, p. 237), 48,07% (848,1 mm) das precipitações concentram-se no trimestre abril/maio/junho do que saber que a média de precipitação no período de 1910 a 1985 foi de 1.764,2 mm anuais. Processos geomorfológicos, tais como os movimentos de massa, ocorrem em épocas de maior magnitude e frequência das precipitações (figura 47).

Na seção 2.1.1 (Climatologia) foi sustentado que os referidos períodos chuvosos devem-se à atuação mais vigorosa de alguns sistemas de correntes perturbadas. As correntes de Leste e as do Norte (convergência intertropical) são provocadoras de significativo índice pluviométrico no município de João Pessoa e cercanias. Aquelas, no inverno, concorde ficou demonstrado, sofrem, em caráter excepcional, intervenções das correntes perturbadas de Sul.

O papel amenizador do oceano, da baixa latitude e das pequenas

amplitudes altimétricas, inferiores a 75 metros (mapa 07), ocasionam baixas amplitudes térmicas anuais na área em interpretação. A baixa latitude ( $7^{\circ}03'21''$  à  $7^{\circ}14'50''$  de latitude sul) e as baixas altitudes condicionam altas temperaturas que, por sua vez, provocam, em razão da abundância de água, intensa evaporação. A evaporação é o fenômeno responsável pela vaporização da água e está intimamente relacionada com a umidade relativa do ar.

FIGURA 47 - MOVIMENTOS DE MASSA NO BAIRRO DO CABO BRANCO - 23 ABR 2009



FONTE: O autor.

NOTA: Deslizamentos são frequentes no trimestre abril/maio/junho, que concentra quase a metade da média das precipitações anuais. Quando este tipo de movimento de massa manifesta nas falésias inativas ou nas vertentes fluviais ocupadas pelas populações, notadamente as de baixa renda, as consequências são, quase sempre, catastróficas.

O município de João Pessoa se insere perfeitamente neste contexto. Essas individualidades climáticas têm reflexos nos processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, entre outros. Portanto, interferem na morfologia (morfografia e morfometria), morfocronologia, morfogênese e na morfodinâmica

das formas de relevo aqui analisadas (ver capítulo 4 - Geomorfologia do Município de João Pessoa). Além de determinar, por exemplo, a prevalência do intemperismo químico ou a natureza da carga sedimentar transportada pelos cursos d'água. Essas características climáticas afetam, igualmente, as edificações.

Dando sequência aos estudos dos sistemas ambientais físicos e biológicos (geossistemas), especificamente no tocante à hidrologia, o tamanho das bacias hidrográficas é relevante para o entendimento de certos eventos geomorfológicos. O município de João Pessoa é drenado por oito Bacias Hidrográficas (mapa 04). Duas delas (Gramame ao sul e Paraíba ao noroeste) são intermunicipais e cinco (Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratu e Cabelo) são intramunicipais. A bacia do rio Jaguaribe, conforme visto no item 2.1.2.3 (Bacia Hidrográfica do Jaguaribe), tem uma localização peculiar, por causa da mudança artificial de seu curso, e por isso foi enquadrada em uma categoria exclusiva.

Os critérios definidores da expressividade areal das bacias podem ser estabelecidos em virtude das redes de canais e do comportamento frente às precipitações. “Em geral costuma-se considerar como pequenas bacias aquelas com área inferior a 100 km<sup>2</sup>; como médias as situadas na grandeza entre 100 e 1.000 km<sup>2</sup> e como grandes as que possuem área maior que 1.000 km<sup>2</sup>.” (CHRISTOFOLLETTI, 1999a, p. 13). Partindo desse pressuposto, todas as aludidas bacias hidrográficas intramunicipais são enquadradas como pequenas. A bacia do Jaguaribe também é reputada pequena e as bacias do rio Gramame e do rio Paraíba são de médio e grande porte, respectivamente (quadro 06).

Como a maior parte do território municipal de João Pessoa é drenada por pequenas bacias, os resultados geomorfológicos são intensos. As bacias com a ordem de grandeza pequena (área abaixo de 100 km<sup>2</sup>), são extremamente vulneráveis aos aguaceiros (precipitações de forte intensidade e de curta duração).

Nas pequenas bacias a ação geomorfológica do escoamento superficial

sobre a área de captação é potencializada. A ação geomorfológica do escoamento superficial torna-se ainda mais intensa na área em observação, por se tratar de uma área predominantemente urbana. Nas áreas urbanas esse acontecimento é agravado devido a impermeabilização do solo. Como consequência, os efeitos têm notáveis repercuções nas organizações espaciais (figura 48). As populações de baixa renda são as maiores vítimas desses fenômenos.

QUADRO 06 - ÁREA E GRANDEZA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE JOÃO PESSOA

BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)				
BACIA	CLASSE	ÁREA KM <sup>2</sup>	ÁREA EM %	PORTE
Gramame	Intermunicipal	59,11	28,07	Médio
Camurupim	Intramunicipal	2,77	1,32	Pequeno
Cuiá	Intramunicipal	38,01	18,05	Pequeno
Jacarapé	Intramunicipal	3,62	1,72	Pequeno
Aratu	Intramunicipal	4,44	2,11	Pequeno
Cabelo	Intramunicipal	11,34	5,39	Pequeno
Jaguaribe	Especial	48,91	23,23	Pequeno
Paraíba	Intermunicipal	42,35	20,11	Grande

FONTE: O autor, com base no material discriminado no item 1.3.1 (Materiais).

NOTA: Os dados referentes às áreas, terceira e quarta colunas, referem-se à área drenada pelas respectivas bacias hidrográficas, exclusivamente, no território do município de João Pessoa. A classificação das bacias quanto ao porte refere-se aos critérios apresentados no texto, particularmente em Christofolletti (1999a, p. 13).

Se somarem-se as singularidades geomorfológicas das pequenas bacias hidrográficas urbanas com as especificidades climáticas da área em estudo é de se esperar magníficos episódios geomorfológicos no trimestre de precipitação máxima (abril/maio/junho). Assim como ocorre com os deslizamentos (figura 47), o estágio

de leito maior excepcional ou margens plenas que marcam a descontinuidade entre o canal fluvial e a planície de inundação coincide com esses mesmos períodos (figura 48).

Nesse sentido, as bacias hidrográficas com maior adensamento populacional, como é o caso da Bacia do Jaguaribe e do Cuiá, são mais vulneráveis aos processos geomorfológicos desencadeados pela ação morfogenética pluvial. Inclusive, são, com exceção da Bacia do Gramame, as mais representativas espacialmente do município de João Pessoa.

FIGURA 48 - MARGENS PLENAS NO BAIXO CURSO DO RIO JAGUARIBE - 16 JUN 2003



FONTE: O autor.

NOTA: Importância da magnitude e frequência das precipitações nas pormenorizações geomorfológicas. Estágio de margens plenas no rio Jaguaribe, potencializado por ser uma bacia de pequeno porte. Visualização do baixo curso do rio Jaguaribe, seccionado pela Avenida ministro José Américo de Almeida, entre os bairros de Cabo Branco e Miramar, em primeiro e segundo plano, respectivamente. Fotografia obtida com foco na direção norte-noroeste.

Com fundamento nas análises dos sistemas pedológicos e dos sistemas biogeográficos foi possível correlacioná-los com os sistemas geomorfológicos.

Desse modo, identificaram-se as seguintes correlações. Nas Planícies Costeiras encontram-se essencialmente os neossolos, notadamente os quartzarênicos, os organossolos e os gleissolos. Nas Planícies Aluviais dominam os neossolos flúvicos (figura 49). Nestas planícies (costeiras e aluviais) têm assentamento, em menor ou maior importância, as formações vegetais pioneiras que fazem parte do Sistema Edáfico de Primeira Ocupação. Sistema que encerra a vegetação com influência marinha (restingas), a vegetação com influência flúvio-marinha (manguezal e campos salinos), e a vegetação com influência fluvial (comunidades aluviais). Nos Baixos Planaltos Costeiros, os argissolos e os latossolos servem de substrato à Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas.

FIGURA 49 - PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO E OS NEOSSOLOS FLÚVICOS - 12-AGO 2003



FONTE: O autor

NOTA: Planície Aluvial em um dos tributários do rio Cabelo, com predomínio dos neossolos flúvicos, onde se desenvolve o sistema edáfico de primeira ocupação, nesse particular, as comunidades aluviais. Fotografia obtida com foco na direção norte-noroeste.

Nos Baixos Planaltos Costeiros ainda estão presentes os Cerrados, entretanto, no local em estudo é difícil identificar com precisão as áreas de Cerrado.

Contudo, por dedução, pode-se afirmar que nos Baixos Planaltos Costeiros, especialmente nas áreas de ocorrência dos argissolos distróficos e dos espodossolos, a existência de espécies típicas de Cerrado são as mais prováveis. Diante dessa evidencia, a porção centro-sul do município (João Paulo II, Ernesto Geisel, Mangabeira, Gramame, entre outros), provavelmente, apresenta mais áreas de remanescência de Cerrados.

No que concerne às organizações espaciais dos sistemas socioeconômicos, constata-se que desde outrora, sofreram influências, de magnitudes variadas, do substrato geológico e geomorfológico que lhe dão suporte. As Planícies de Marés dos rios Marés e Sanhauá, afluentes do rio Paraíba, não possuíam condições geológicas e geomorfológicas propícias para edificações iniciais. A primeira (ermida) e as grandes construções subsequentes foram erigidas, nos primórdios da cidade, nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros.

Nesse sítio (topos dos Baixos Planaltos Costeiros), com destaque para um modesto topo com cerca de 30 metros de altitude, e adjacências, as referidas obras foram fortemente influenciadas pela geologia local. Os afloramentos da Formação Gramame ofereceram matéria-prima, abundante e de fácil extração, para levantar e decorar os prédios sagrados e profanos (figura 50). Portanto, o patrimônio histórico-cultural da cidade tornou-se mais opulento em decorrência da geologia local.

Conforme discutido no item 2.2.1 (Aspectos Históricos), não é correto asseverar que, sob o prisma cronológico, a cidade de João Pessoa surgiu nas margens do rio Sanhauá, tendo se expandido, paulatinamente, vertente acima até os topos dos Baixos Planaltos Costeiros. O processo de ocupação não foi, do ponto de vista espacial, tão linear como advogam alguns. A princípio foram ocupados um dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros e os terraços do rio Sanhauá e, posteriormente as vertentes. Na área onde surgiu a atual João Pessoa, as escarpas dos Baixos Planaltos Costeiros serviam, em um primeiro momento, de elo entre o trecho alto e

o baixo da cidade. E neste interstício, geomorfologicamente representados pelas vertentes fluviais, a ocupação era ainda mais rarefeita. Aos poucos, aquelas escarpas foram sendo também ocupadas.

FIGURA 50 - INTENSO USO DO CALCÁRIO NAS EDIFICAÇÕES SACRAS - 05-AGO 2010



FONTE: O autor.

NOTA: Os calcários transgressivos, aflorantes e subsuperficiais, da Formação Gramame proporcionaram o aproveitamento intensivo desse minério, notadamente nas mais imponentes obras e adornos sacros do período colonial, como o conjunto arquitetônico São Francisco, constituído pelo Adro, Igreja, Convento e Cruzeiro.

Nessa perspectiva, pode-se certificar que a geomorfologia local, em maior ou menor escala, vem influenciando as organizações espaciais desde os primórdios da atual João Pessoa, porém sua influência não se extingue nas asseverações realizadas anteriormente. Nessa trajetória, a escolha do local para as primeiras construções da atual cidade João Pessoa, levou igualmente em consideração o amparo dos Baixos Planaltos Costeiros frente aos intensos e constantes alísios. Tal fato possibilitou, na época, a execução de instalações portuárias. O exórdio da cidade ocorreu, destarte, em unidades geomorfológicas protegidas dos alísios, o que

não se constata nas Planícies Costeiras.

Os Baixos Planaltos Costeiros, particularmente os topos, e as Planícies Costeiras, sobretudo as cristas praiais, contém os melhores atributos para a fixação da população. A densidade demográfica do município de João Pessoa e, em menor escala, a densidade demográfica por bairros (figura 13), exibe uma realidade menos complexa. A distribuição espacial da população de João Pessoa é irregular quando se leva em verificação o município e os seus bairros. Geomorfologicamente, concentram-se nos topos dos Baixos Planaltos Costeiros, no Alto Jaguaribe. Fundamentalmente ao sul da BR 230, em altitudes médias de 30 a 50 metros, (Cristo Redentor, Oitizeiro, Cruz das Armas e Varjão); nos Baixos Planaltos Costeiros, a oeste e sul do rio Laranjeiras, em topos delimitados nas cartas topográficas por iso-hipsas que oscilam de 35 a 45 metros (Mangabeira e Valentina) e nas Planícies Costeiras, em cotas inferiores a 10 metros (Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Jardim Oceania e Bessa).

A paleogeografia e a geologia da Bacia da Paraíba tiveram diversas influências nas organizações espaciais no município de João Pessoa. Indubitavelmente as influências não se limitaram a oferecer matéria-prima (calcários) básica para as efetuações dos principais prédios e de seus respectivos adornos que hoje integram e enriquecem o patrimônio histórico-cultural desta cidade.

Durante grande parte da concepção desta pesquisa, foi avaliada a maneira como a história geológica da área em elucidação e cercanias condicionou, parcialmente, o relevo local. Em outras palavras, ficou demonstrado como o relevo de João Pessoa é influenciado pelas peculiaridades geológicas da Bacia Sedimentar na qual se insere, como ainda, pelas individualidades geológicas das áreas-fontes.

Em distintos graus, todos os componentes dos sistemas ambientais físicos e biológicos sofreram essas influências. O mesmo pode-se declarar em relação aos

sistemas sócio-econômico-culturais.

A mencionada evolução geológica e suas singularidades explicam, por exemplo, a existência de radioatividade no extremo noroeste da área em estudo. E, apesar dos níveis detectados nessa área serem bem inferiores aos identificados em Paulista (PE), inspira certa preocupação. Nesse particular, a desintegração espontânea do núcleo atômico deve-se à presença do fosfato, cujo processo geológico de deposição, teve o mesmo padrão em toda a Bacia da Paraíba. Entretanto, como em João Pessoa, o fosfato encontra-se inumado o risco radioativo, *a priori*, é diminuto se comparado, por exemplo, com o comensurado no alegado município de Paulista (PE).

### 5.3- MAPEAMENTO

A representação cartográfica das unidades geomorfológicas e suas respectivas divisões (mapa 11), apresentaram certos obstáculos, os quais em alguns casos, impossibilitaram o mapeamento de certas formas de relevo em virtude da escala adotada. Entre as três basilares unidades geomorfológicas mapeadas, a Planície Aluvial foi a que auferiu as mais complexas controvérsias. A Planície Aluvial corresponde à área até onde o nível das águas fluviais, em estágio de margens plenas, alcança ao extrapolarem o canal fluvial. É um critério extremamente eficaz na óptica teórica. Na prática nem sempre se mostra tão eficaz, levando em conta que o estágio de margens plenas ocorre em intervalos curtos e irregulares. Por esta razão os registros deste evento por fotografias aéreas ou por imagem de satélite são escassos ou mesmo ausentes.

No caso específico de João Pessoa, não há nenhum vestígio do estágio de margens plenas em documentos aerofotográficos ou orbitais, pelo menos no que se refere ao grau máximo de desenvolvimento do supradito fenômeno. Diante dessa

verificação, deve-se recorrer a outros métodos, objetivando a delimitação da planície aluvial.

Entre os métodos para demarcar a planície aluvial, a análise sedimentológica é talvez o de maior precisão, todavia, é um processo moroso e oneroso. A vegetação surge como uma terceira alternativa, opção que tem igualmente seus aspectos negativos, pois sua aplicação depende de um prévio e consistente diagnóstico fitogeográfico. Nesse sentido, tornou-se hábito, entre os técnicos, ladearem este problema unindo as planícies de marés a as planícies aluviais em uma única classe, denominando-a de planície flúvio-marinha.

Nesta tese o delineamento da Planície Aluvial foi baseada nas texturas das imagens *QuickBird* e nos demais produtos aerofotográficos e cartográficos detalhados no item 1.3.1 (Materiais). Consequentemente, os parâmetros sedimentológicos e fitogeográficos, materializados através da textura das imagens e fotografias aéreas, foram utilizados indiretamente e subsidiariamente.

Com fulcro na textura foi possível distinguir as planícies aluviais das planícies de marés, evitando desta forma a designação genérica de planície flúvio-marinha. As áreas submetidas às influências das marés foram reproduzidas nas imagens a partir de textura própria. Desta forma coibiu-se que unidades geomorfológicas tão distintas, sob o ângulo morfológico e ambiental, a exemplo das Planícies de Marés e das Aluviais fossem agrupadas em um único compartimento (planície flúvio-marinha). Tal fato possibilitou, desse modo, revelar as peculiaridades morfológicas e ambientais daquelas unidades de relevo.

Embora sejam unidades geomorfológicas distintas, como salientado no item 4.4.2 (Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação) a Planície Aluvial incorporou, para efeito de mapeamento, os terraços fluviais (figura 33). Mais uma vez a escala dos mapas, nesta ocasião elaborados, compeliu a este procedimento.

Solucionadas essas questões, outro problema similar emergiu. Nos vales

com incisão linear preponderante em relação à erosão areolar, os materiais coluviais se confundem com os sedimentos dos terraços fluviais. A diferenciação teórica entre terraços fluviais e rampas de colúvio, não requer grandes esforços. Contudo, na práxis, as interpretações *in loco* nem sempre são suficientes para sinalizar as discrepâncias entre essas formas de relevo. A citação a seguir corrobora com esta constatação.

As rampas de colúvio morfologicamente têm sido, na maioria das vezes, referidas como baixo terraços. Entretanto, cabe aqui uma observação do ponto de vista de sistematização de nomenclatura. A morfologia apresentada pela rampa de colúvio, originada por processo não fluvial, não coincide com a do terraço fluvial. Este encontra-se [...] soterrado pelo material constituinte da rampa de colúvio. O material do terraço é formado principalmente por um cascalheiro, o qual foi depositado na calha de drenagem pela ação de transporte em lençol e, portanto, geneticamente diferente do material que lhe é sotoposto. A forma morfológica gerada pela coluviação é totalmente independente da forma pretérita do terraço originada no ambiente fluvial. (BIGARELLA; MOUSINHO, 1965, p. 164).

Como exarado anteriormente, a Planície Aluvial absolveu, neste mapeamento, as áreas dominadas pelos terraços fluviais. Por isso, contemplou, da mesma maneira, os colúvios. No entanto, na preparação do mapa geomorfológico (mapa 11), devido a escala empregada, a dificuldade de distinção não interferiu na confecção do mesmo. Fato que contribuiu também para a feitura do mapa de declividade (mapa 07). A partir deste último mapa, podem-se conhecer as áreas potencialmente ricas em colúvio.

As circunscrições entre as unidades geomorfológicas assim como suas respectivas subunidades habitualmente, não são bem definidas. Embora essa problemática não interfira significativamente na cartografia do relevo, invariavelmente é oportuno ressaltar sua importância tanto prática quanto teórica. Nessa linha de raciocínio,

nem sempre as formas de relevo assinalam limites perfeitamente nítidos no tempo e no espaço, sendo comuns mudanças gradativas na morfologia. Estas nuances caracterizam a transição de uma determinada forma de relevo para outra. O caso específico do

contato das Planícies Aluviais com as planícies de marés, mais a jusante, é um bom exemplo. Diante disso, a referida linha divisória denota uma considerável zona de transição. Diversos fatores interferiram e ainda hoje interferem (variações no nível do mar, condições paleoclimáticas, marés, entre outras), provocando o deslocando desta linha, ora para jusante ora para montante. [...] Nos períodos de cheias [fluviais][...], há um certo avanço à jusante da Planície Aluvial e, por conseguinte, a planície de marés regide nesta mesma direção. Nos períodos de vazante a Planície Aluvial cede espaço ao avanço à montante das planícies de marés. (MARINHO, 2002, f. 128-129).

Em decorrência da metodologia utilizada e considerando que esta explanação enquadra-se notadamente na quarta ordem de grandeza da metodologia de Cailleux e Tricart (1956) e Tricart (1965), as reflexões acerca do relevo limitaram-se unicamente às formas de relevo que se adequam à quarta ordem de grandeza, ou próximas a ela. Por esse motivo, somente aquelas mais significativas existentes nas Planícies Costeiras, nas Planícies Aluviais e nos Baixos Planaltos Costeiros foram mapeadas.

Assim sendo, nem todas as formas de relevo, identificadas e analisadas, constam no mapa geomorfológico (mapa 11). A cartografiação restringiu-se aos compartimentos geomorfológicos e seus respectivos subcompartimentos.

Essas discussões iniciais foram referentes à cartografiação do relevo. Outras ponderações direcionadas não apenas à cartografia geomorfológica mas, fundamentalmente, à morfologia, tanto em suas propriedades morfográficas (qualitativo), quanto morfométricas (qualitativo), foram antecedentemente abordadas e serão, doravante, retomadas.

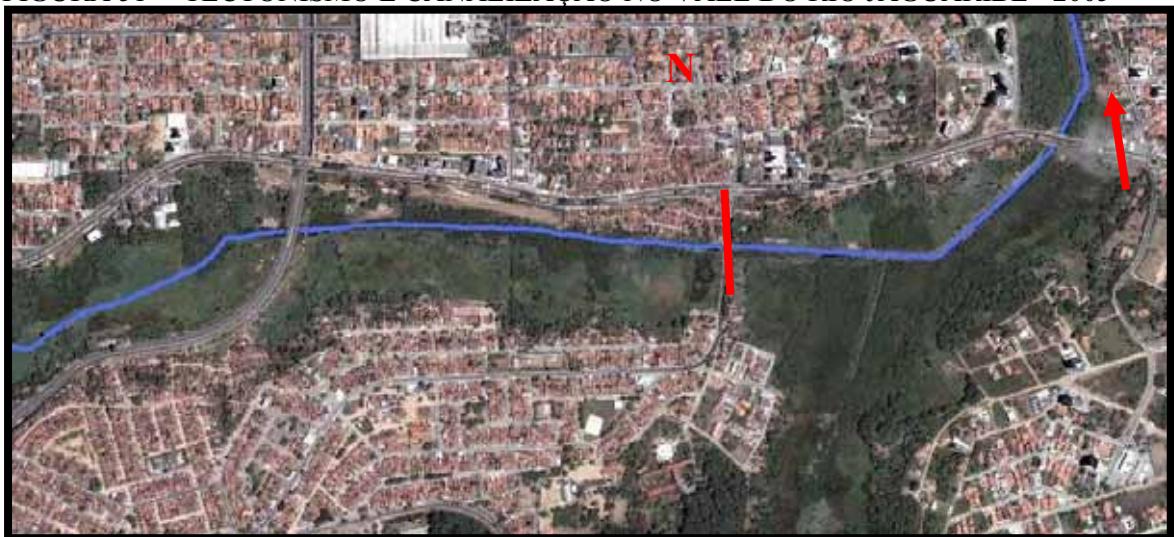
#### 5.4- GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Dando sequência aos sistemas ambientais físicos e biológicos (geossistemas), no tocante à geomorfologia, na perspectiva aqui adotada, ou seja, holística, pode-se comprovar através das imagens e das avaliações *in loco* as conspícuas influências da tectônica.

Evidências desse tectonismo são facilmente reconhecidas no rio Gramame e no rio Jaguaribe e foram, prevalentemente investigadas no item 4.4.2 (Planícies Aluviais ou Planícies de Inundação). Novas análises serão, avante, ora retomadas ora acrescidas.

No rio Jaguaribe, o estudo, mesmo que superficial, dos materiais aqui selecionados e previamente detalhados no item 1.3.1 (Materiais), permite atestar o forte controle tectônico, em especial, em seu médio curso. O padrão retilíneo predominante no médio curso e a dissimetria não só da Planície Aluvial como igualmente de suas Vertentes demonstram o referido controle estrutural (figura 51).

FIGURA 51 - TECTONISMO E CANALIZAÇÃO NO VALE DO RIO JAGUARIBE - 2005



FONTE: JOÃO PESSOA (2005), com modificações realizadas pelo autor.

NOTA: Apesar do rio Jaguaribe ter sido intensamente canalizado, a trajetória em linha reta do canal deve-se, no final do médio curso, ao tectonismo. A linha vermelha separa o médio do baixo curso deste canal fluvial.

No médio e no baixo rio Jaguaribe o vale apresenta-se, outrossim, dissimétrico, apesar disso, as causas dessa dissimetria são dissímeis. No médio curso as causas são endógenas e no baixo curso são exógenas, inclusive antrópica.

O aspecto retilíneo é uma clara manifestação da influência tectônica,

desde que, obviamente, essa característica seja natural, entretanto, o baixo curso do rio Jaguaribe não se enquadra neste contexto. A retilineidade do trecho terminativo do médio curso e início do baixo curso do rio Jaguaribe deve-se à canalização. É oportuno salientar que a concepção de canalização, aqui adotada, é a mesma de CUNHA (2010, p. 242). Ou seja, trata-se de intervenções ligadas à engenharia na calha do rio. Tais intervenções promovem, no canal, o seu alargamento, aprofundamento, retilinização, entre outras mudanças.

As implicações geomorfológicas dessa dissimetria são que nas vertentes mais íngremes, o maior gradiente altimétrico, intensifica os processos de escoamento superficial, podendo provocar movimentos de massa. No caso específico da vertente norte do médio curso do rio Jaguaribe, na divisa entre o bairro do Castelo Branco e os bairros de Tambauzinho e Miramar são frequentes os deslizamentos com fortes implicações sociais.

No rio Gramame, por sua vez, as imagens aqui utilizadas não expõem, com facilidade, a sua dissimetria, contudo, essa tarefa torna-se simples com o uso das cartas topográficas e das observações de campo. O vale é dissimétrico. A vertente sul é abrupta, em oposição à suavidade da vertente norte. E, por último, os indícios mais eficazes são os constantes afloramentos de calcário na vertente sul, alguns em níveis superiores a 14 metros de altitude, localizados no município do Conde. Na vertente norte, os afloramentos são raros e em cotas altimétricas inferiores aos afloramentos situados na vertente sul.

Outras feições advindas do tectonismo são facilmente constatadas. As escarpas dos Baixos Planaltos Costeiros são ricas nestas evidências. A falésia do Cabo Branco, por exemplo, tem um valor didático imensurável. Além de possibilitar a visualização de diversos fatos geocientíficos, a exemplo da heterogeneidade dos sedimentos da Formação Barreiras ou leques aluviais pliocênicos, registra também a atuação de eventos tectônicos (figura 52).

Apesar desses acontecimentos serem identicamente percebidos em certas vertentes fluviais, quase sempre encontram-se mascarados. Na vertente esquerda do rio Cabelo verificam-se igualmente determinadas dobras.

Conforme visto no item 1.3.4 (Metodologia do Geoprocessamento), o MNT, revela o relevo por intermédio da matemática computacional. O emprego do MNT é imprescindível para a abordagem morfométrica do relevo. Desse modo, os mapas de declividade e de exposição de vertentes do município de João Pessoa fornecem importantes dados morfométricos.

FIGURA 52 - PROFUSO DOBRAMENTO NA FALÉSIA DO CABO BRANCO - 18-MAI-2010



FONTE: O autor.

NOTA: Sedimentos da Formação Barreiras (porção inferior) e de paleossolo laterítico (porção superior) na falésia do Cabo Branco. As camadas sedimentares exibem intensas deformações tectônicas, e como elas apresentam uma reologia dúctil, as dobras abundam.

No mapa de declividade superior a 20% do município de João Pessoa (mapa 07) sobressaem, como visto anteriormente, as áreas de vertentes e as áreas de falésias. Ambas correspondem às escarpas dos Baixos Planaltos Costeiros, diferenciando-se apenas em virtude dos processos atuantes.

As vertentes estão relacionadas direta e hodiernamente a processos pluviais, notadamente ao escoamento e indiretamente e antigamente a processos fluviais, tal como a incisão linear. As falésias, por sua vez, são respostas aos processos costeiros ou litorâneos atuais ou pretéritos. Ambos, vertentes e falésias são resultados da atuação dos referidos processos (escoamento, incisão linear, processos costeiros), tanto passados como presentes.

Apesar do mapa de declividades superiores a 20% serem gerados automaticamente a partir do MNT, o mesmo não ocorre com a identificação das vertentes e falésias, as quais, quando vegetadas, são facilmente detectadas tanto nas imagens *QuickBird*, quanto nas *Thematic Mapper* - TM e *Enhaced Thematic Mapper Plus* - ETM<sup>+</sup> LANDSAT. Para tanto basta ativar os planos de informações com as seguintes combinações: B1(R), B2 (G) e B3 (B) para as imagens QuickBird e 3(B), 4(G) E 5(R) para as imagens LANDSAT.

De maneira similar a elaboração do mapa de declividades superiores a 20% pode-se produzir a tabela com as classes de declividades. Nessa trajetória, foram também edificadas cartograficamente as classes de declividades. E, apesar do mencionado mapa não ter sido contemplado diretamente nesta pesquisa seu objetivo foi oferecer subsídios sobre a declividade do município de João Pessoa (tabela 01).

O mapa de declividades superiores a 20% (mapa 07) e, precipuamente, os números contidos na tabela das classes de declividades (tabela 01) permitem concluir que a topografia do município de João Pessoa é extremamente favorável às mais diversas atividades sócio-econômico-culturais, exceção para as áreas apontadas pelo mapa 07. Portanto, o mapa de declividades superiores a 20% do município de João Pessoa sinaliza as áreas com maior probabilidade de existência de movimentos de massa ou movimentos do regolito. Nas áreas assinaladas nesse mapa, duas categorias de processos atuantes na morfogênese do relevo se destacam. Neste sentido, os processos morfogenéticos pluviais e alguns tipos de movimentos

de massa são potencializados nessas áreas. É evidente que cada forma de relevo tem suas peculiaridades. Os processos atuantes nas falésias ativas são diferentes dos processos atuantes nas falésias inativas, que por sua vez, distinguem-se dos processos atuantes nas vertentes.

TABELA 01 - DECLIVIDADES, EM PORCENTAGEM, DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

DECLIVIDADES DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)		
CLASSE DE DECLIVIDADES	ÁREA KM <sup>2</sup>	ÁREA EM %
00 a < 02 % .....	129,2627	61,3929
02 a < 05 % .....	32,9834	15,6649
05 a < 10 % .....	23,2921	11,0625
10 a < 15 % .....	10,3491	4,9123
15 a < 20 % .....	5,2100	2,4745
≥ 20 % .....	9,4544	4,4904
<b>T O T A L</b>	<b>210,5500</b>	<b>100,0000</b>

FONTE: O autor, com base no material discriminado no item 1.3.1 (Materiais).

NOTA: As áreas com declividade igual ou superior a 20%, apesar de pouco representativas espacialmente, são áreas de grande dinâmica geomorfológica.

A combinação dessas informações com as informações climatológicas (item 2.1.1 - Climatologia), notadamente os dados pluviométricos do máximo porcentual de contribuição de 3 (três) meses consecutivos (abril/maio/junho) são imprescindíveis à Defesa Civil em todas as esferas governamentais. Outras considerações acerca dessa temática constam do item 5.2 (Organizações Espaciais).

O mapa hipsométrico (mapa 08) possibilita apenas a individualização altimétrica de cada compartimento e subcompartimento geomorfológico constante no mapa 11. Nenhuma das classes estabelecidas possui, por si só, restrições a sua

ocupação. Destarte, não se pode instituir relações verticalizadas entre as aludidas classes e os processos geomorfológicos dominantes. Conforme a tabela 02, o município concentra seu território em cotas altimétricas entre 25 e 50 metros de altitude. Singularmente, a classe hipsométrica com mais de 50 metros é pouco representativa espacialmente e escassamente habitada, exceção de alguns poucos enclaves nos seguintes bairros: Cruz das Armas, Jaguaribe, Trincheiras, Centro, entre outros. Sendo oportuno deixar registrado que do ponto de vista geológico e geomorfológico não há, por conta da altitude, restrições a ocupação destas áreas.

TABELA 02 - CARACTERÍSTICAS HIPSOMÉTRICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)		
CLASSE ALTIMÉTRICAS	ÁREA KM <sup>2</sup>	ÁREA EM %
00 a < 05 metros .....	29,0677	13,8057
05 a < 15 metros .....	27,8945	13,2484
15 a < 25 metros .....	22,0128	10,4549
25 a < 50 metros .....	111,4529	53,0301
≥ 50 metros .....	19,9200	9,4510
<b>T O T A L</b>	<b>210,5500</b>	<b>100,0000</b>

FONTE: O autor, com base no material discriminado no item 1.3.1 (Materiais).

O mapa hipsométrico oferece condições de visualizar apenas as superfícies planas das Planícies Costeiras, das Planícies Aluviais, e dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros. Não permitindo, nem por dedução, a identificação precisa das superfícies com alto declive. As escarpas dos Baixos Planaltos Costeiros, sejam elas vertentes ou falésias, podem ser melhor observadas através dos mapas sombreados com azimute 90° (mapa 09) e com azimute 270° (mapa 10).

O mapa hipsométrico e os mapas sombreados com azimute 90° e com

azimute 270º possibilitam a focalização da topografia do município de João Pessoa. Esses também serviram para subsidiar o mapa das unidades geomorfológicas do município de João Pessoa e os respectivos atributos morfográficos destas unidades. (item 4.4 - Compartimentação Geomorfológica de João Pessoa).

TABELA 03 - REPRESENTATIVIDADE DO RELEVO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA (PB)			
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA KM <sup>2</sup>	ÁREA EM %
PLANÍCIES	Praias, Dunas e Cristas	11,9052	5,6544
COSTEIRAS	Planícies de Marés	18,0458	8,5708
PLANÍCIES ALUVIAIS	Planícies Aluviais	21,6089	10,2631
BAIXOS	Topos	120,8057	57,3763
PLANALTOS	Vertentes Fluviais	37,4615	17,7922
COSTEIROS	Falésias	0,7027	0,3433
T O T A L		210,5500	100,0000

FONTE: O autor, com base no material discriminado no item 1.3.1 (Materiais).

NOTA: Espacialmente fica evidência que mais da metade da área do município de João Pessoa é dominado pelas formas tabulares e subtabulares dos topos dos Baixos Planaltos Costeiros.

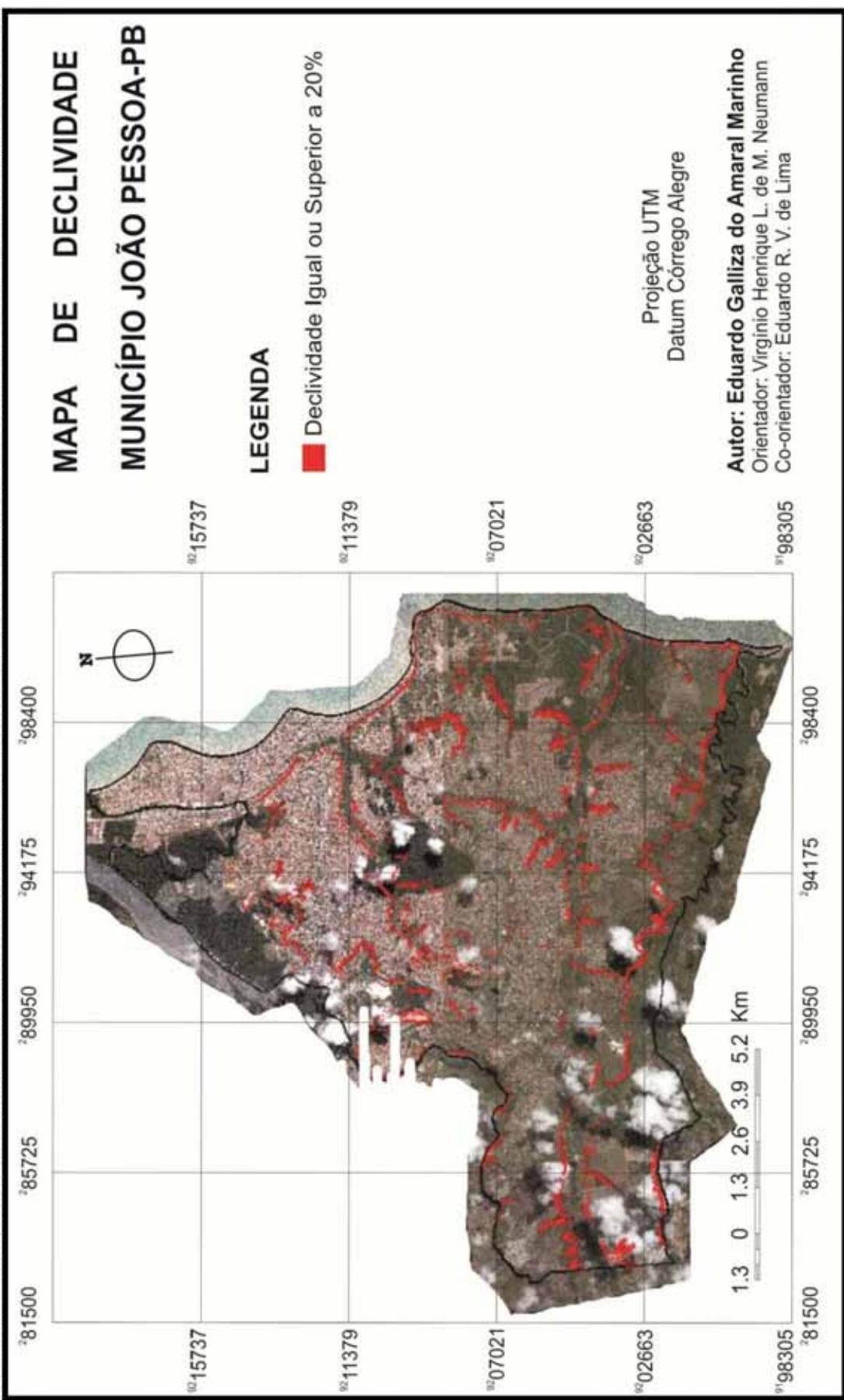
Se por um lado, consoante explicitado previamente, o mapa hipsométrico possibilita uma melhor realce das superfícies planas, por outro lado os mapas sombreados com azimute 90º e com azimute 270º possibilitam uma melhor percepção das superfícies inclinadas. No bojo de tais esclarecimentos, conclui-se que no exame da topografia do município de João Pessoa, os mapas, distante de

serem excludentes, eles se completam.

E, finalmente, tem-se o antecipadamente mencionado mapa das unidades geomorfológicas do município de João Pessoa (mapa 11), que retrata a forma pela qual as principais unidades de relevo se organizam espacialmente. Esse mapa gerou dados que possibilitaram a quantificação espacial desta distribuição, conforme tabela 03.

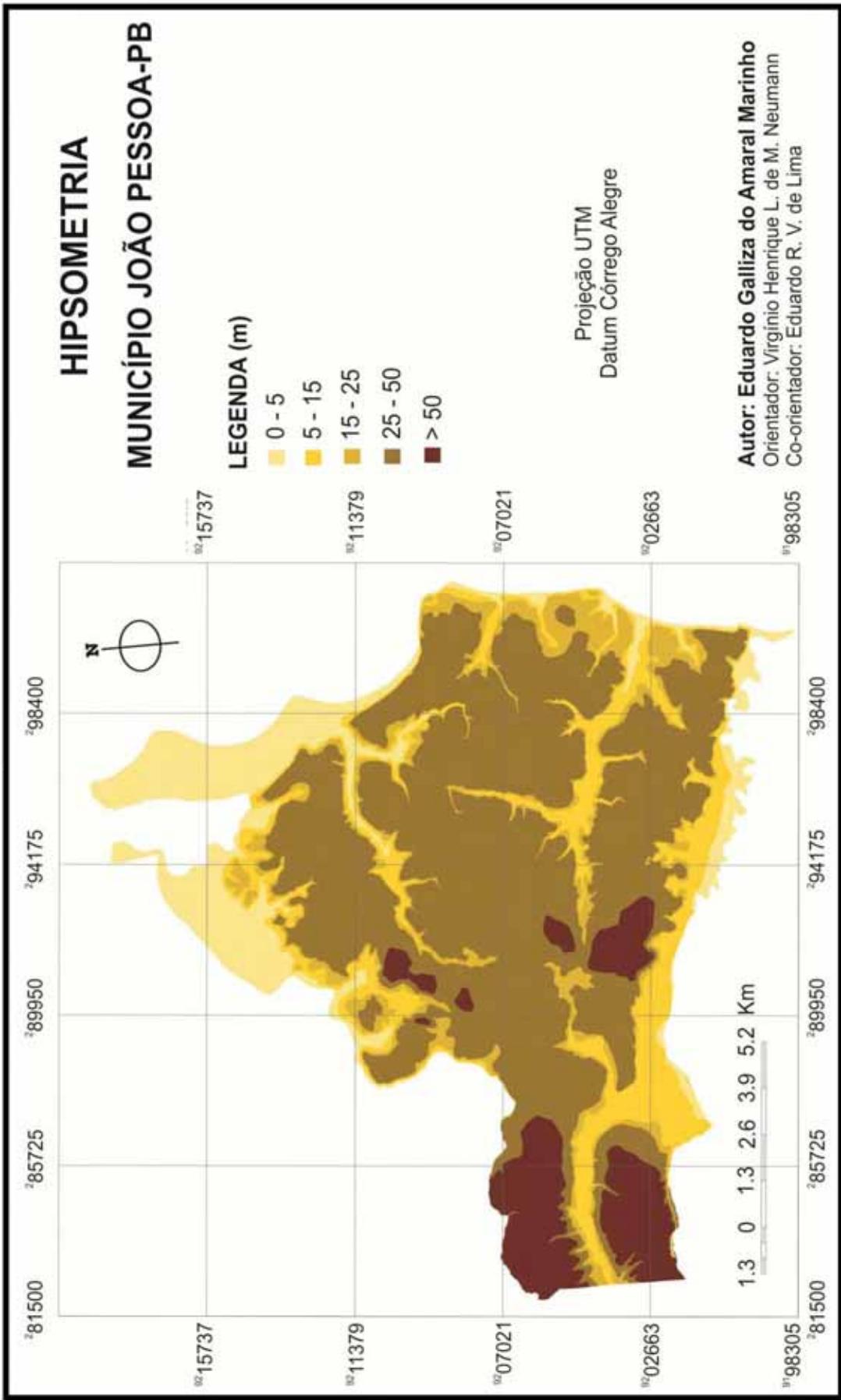
E, em concordância com o prenunciado no item 1.3.3 (Metodologia da Pesquisa Geomorfológica), a finalidade precípua desse mapa é sintetizar, espacialmente, a morfografia da área objeto de estudo. As unidades geomorfológicas aqui identificadas têm suas respectivas descrições no item 4.4 (Compartimentação Geomorfológica de João Pessoa). Esta seção pode ser concebida, *a priori*, como um texto elucidativo do mapa em questão. Entretanto, as explicações ali contidas vão bem além, pois extrapolam a função de um simples texto explicativo do referido produto cartográfico.

MAPA 07 - ÁREAS COM DECLIVIDADES IGUAIS OU SUPERIORES A 20%, ASSINALANDO LOCAIS DE INSTABILIDADE DO RELEVO



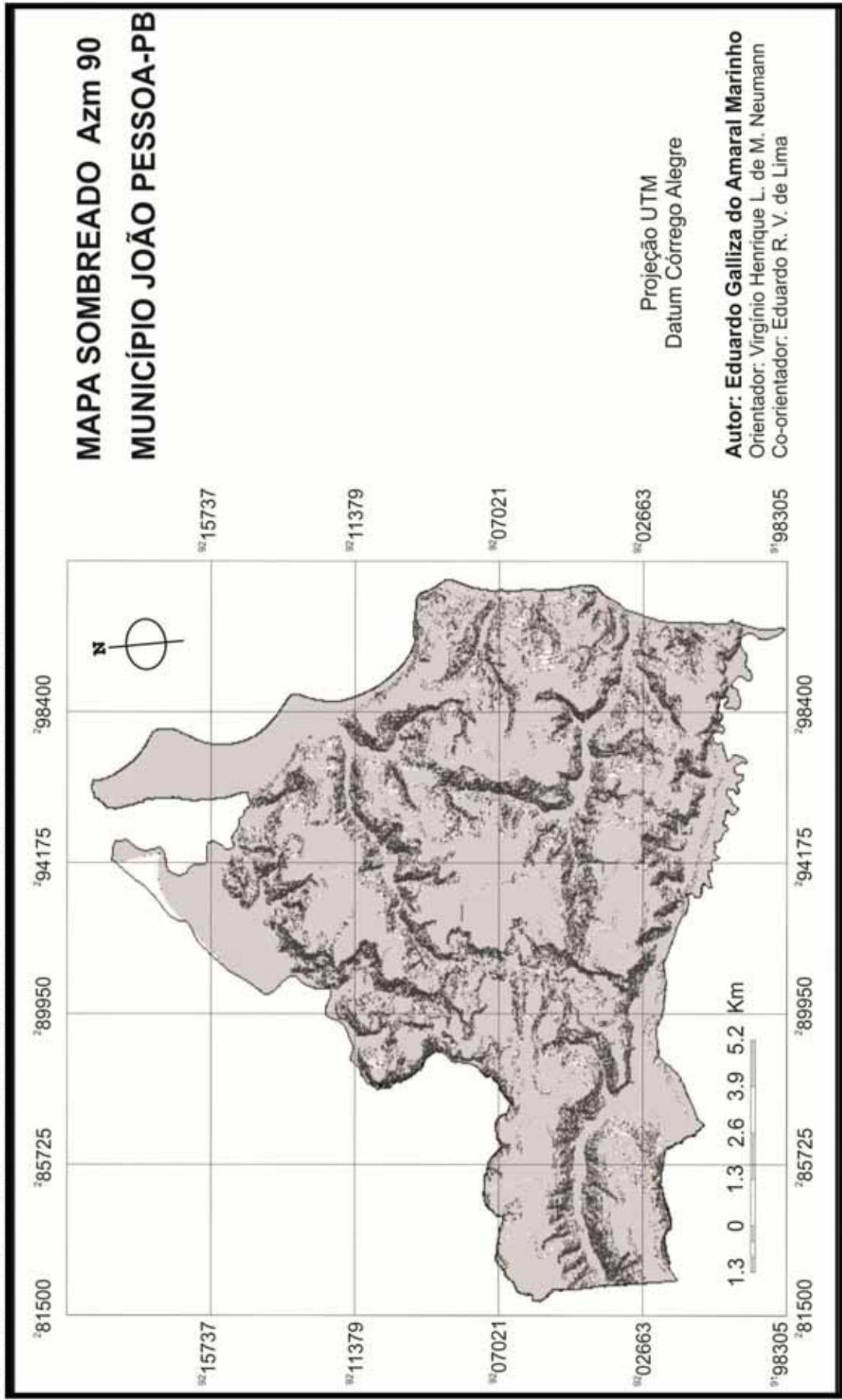
MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB). João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Petrópolis) da Universidade Federal de Pernambuco.

MAPA 08 - HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, ATRAVÉS DE CINCO CLASSES ALTIMÉTRICAS



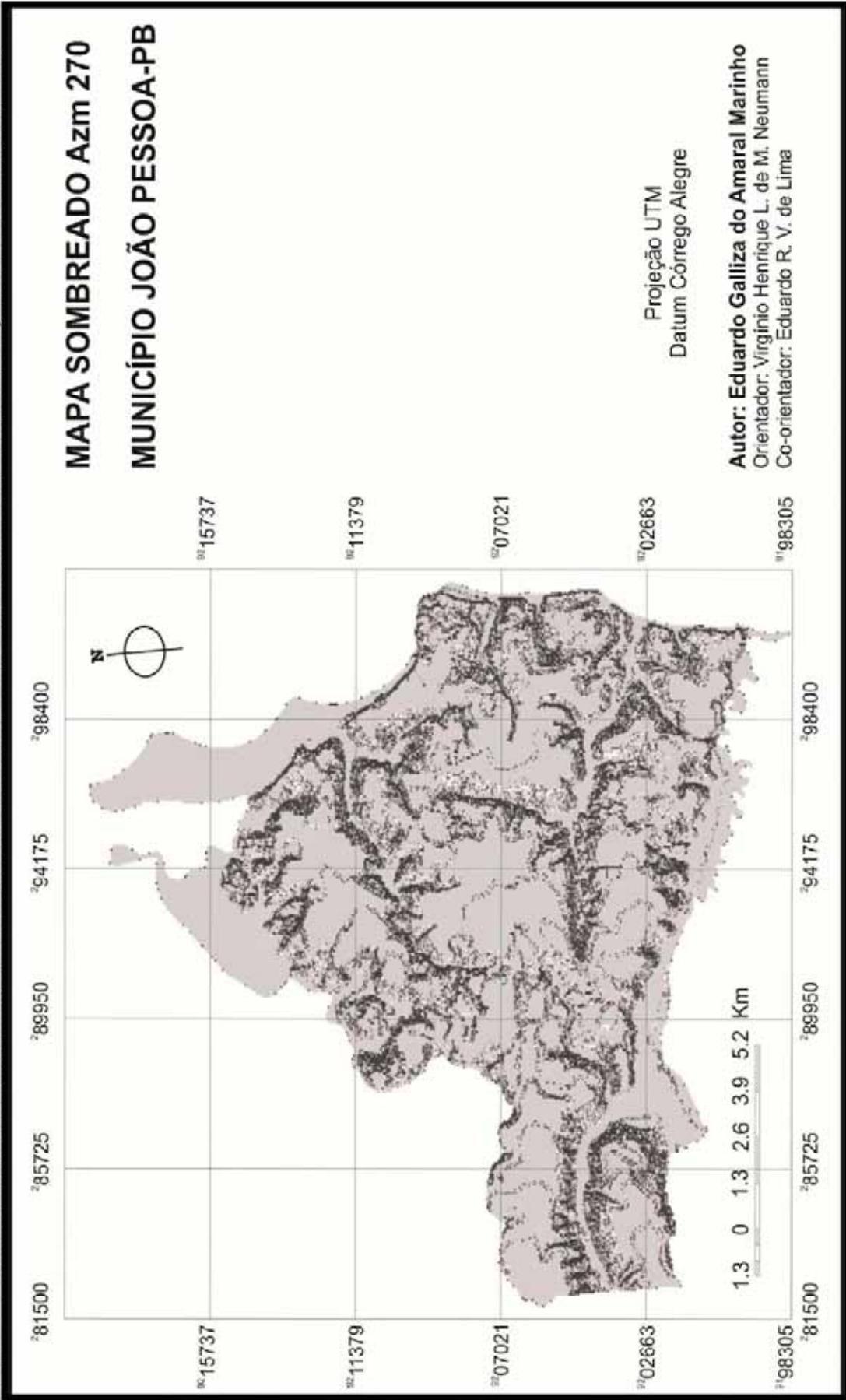
MARINHO, Eduardo Calliza do Amaral. *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*. João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Petrópolis) da Universidade Federal de Pernambuco.

**MAPA 09 - RELEVO: SOMBREAMENTO EM VIRTUDE DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR, AZIMUTE 090°**



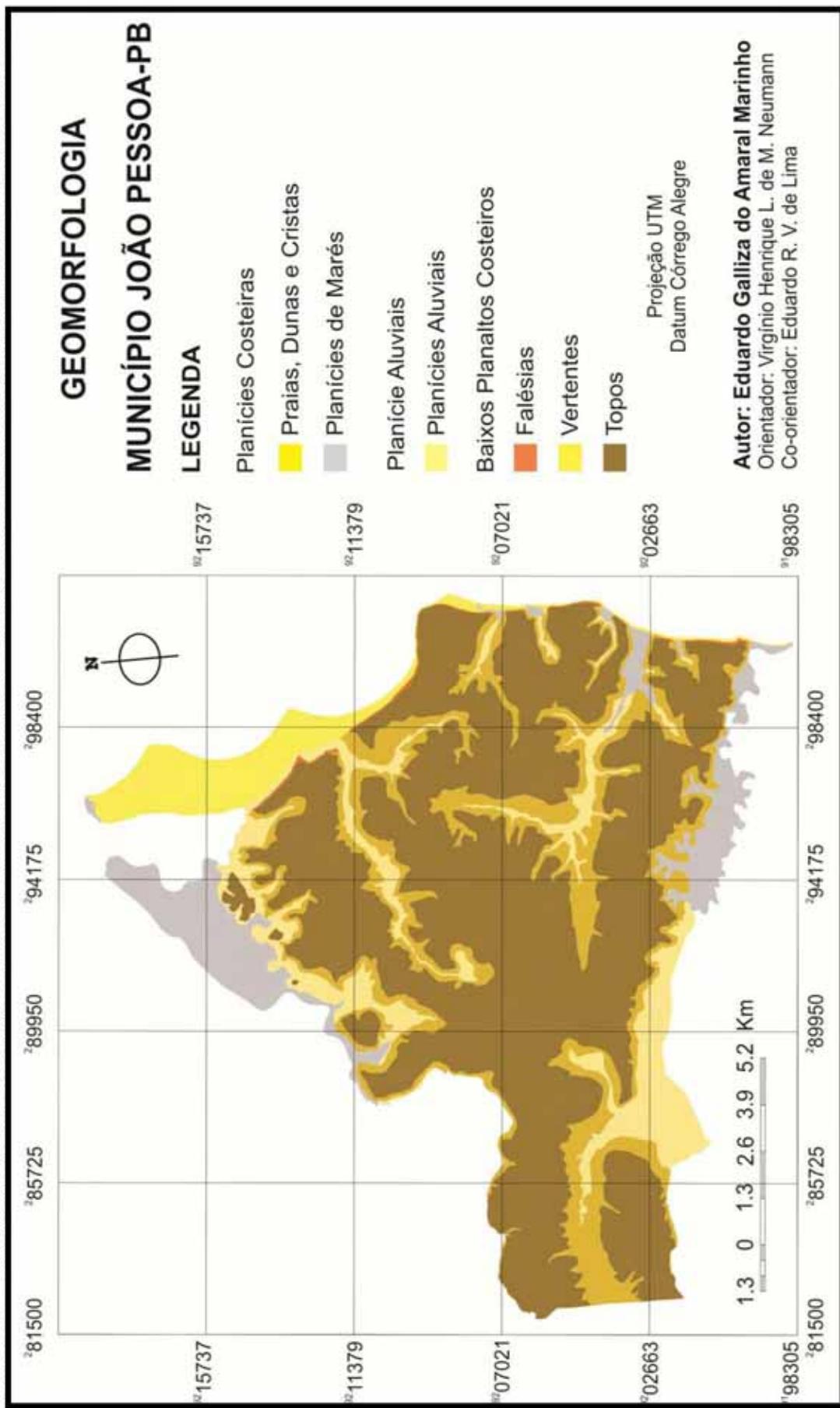
MARINHO, Eduardo Galiza do Amaral. *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*. João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Petrópolis) da Universidade Federal de Pernambuco.

MAPA 10 - RELEVO: SOMBREAMENTO EM VIRTUDE DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR, AZIMUTE 270°



MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa no Município de João Pessoa (PB), João Pessoa, 2011. (Tese) -* Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia e Geociências) da Universidade Federal de Pernambuco.

MAPA 11 - GEOMORFOLOGICO: PRINCIPAIS UNIDADES E SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA



MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB). João Pessoa, 2011. (Tese) - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Petróleo) da Universidade Federal de Pernambuco.

## 6 CONCLUSÕES

As *Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB)*, tiveram como referencial teórico a Teoria Geral dos Sistemas. Nessa Teoria, a noção de geossistemas está implícita e seu dinamismo se manifesta através de intensos fluxos de energia e matéria. Os sistemas geomorfológicos se inserem neste contexto.

Norteando-se pela Teoria Geral dos Sistemas, a presente pesquisa foi conduzida para centralizar, segundo visto preliminarmente, a caracterização qualitativa e quantitativa da geomorfologia local. Portanto, as formas de relevo foram focalizadas, mormente do ponto de vista da morfologia (morfografia e morfometria). Alguns poucos detalhamentos acerca da morfodinâmica, da morfogênese e da morfocronologia se fizeram necessários. Diagnósticos que foram uma preocupação constante, todavia, acessório em relação à morfologia. No aspecto morfológico, o cerne da abordagem assentou no campo da morfografia (qualitativo), embora as técnicas de geoprocessamento (item 1.3.4 - Metodologia do Geoprocessamento) tenham possibilitado uma verticalização, também, na morfometria (qualitativo). Nesse sentido cada compartimento apresenta uma morfografia peculiar, constatação extensiva aos subcompartimentos.

As análises geomorfológicas, consubstanciadas notadamente pelas informações geológicas, foram norteadas, conforme previamente esclarecido, pela óptica geossistêmica. Com esse propósito, foram estabelecidas inúmeras interligações entre os elementos dissertados, revelando, parcialmente, o modo pelo qual os elementos básicos que compõem o meio ambiente se relacionam. A Geologia e a Geomorfologia quando examinadas em conjunto, surgem com propriedades novas, que não aparecem se consideradas isoladamente. Apesar disso, por um imperativo didático e metodológico, os temas foram setorizados, sem,

contudo, perde-se de vista a perspectiva holística.

A análise morfográfica realizada e as formas de relevo identificadas podem ser sumariadas da seguinte maneira. As Planícies Costeiras, subdividida em recifes (*reef*), praias (*beach*), cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos, pequenas dunas costeiras (*coastal dune*) e as planícies de marés (*tidal flat*) têm respostas distintas frente as diferentes atividades antrópicas às quais são submetidas. Todas sofrem, em maior ou menor escala, os impactos advindos das atividades sócio-econômico-culturais. Dentre as subunidades, apenas as cristas praiais (*beach ridge*) ou cordões litorâneos servem preferencialmente de substrato às construções urbanas de maior perenidade. O leito sedimentar sobre o qual repousam as cristas praiais são terraços marinhos holocênicos formados desde a última transgressão marinha há cerca de 5.100 anos A.P. (antes do presente). Apesar de outrora esta subunidade ter demonstrado determinados obstáculos a sua ocupação, no estado da arte, estes entraves foram superados. A pouca profundidade do lençol freático, associado a seus frequentes afloramentos, foram fatores que dificultaram, inicialmente, a ocupação mais regular e intensa desse subcompartimento. O desenvolvimento da engenharia, nos dias atuais, possibilitou não só a intensa ocupação dessas áreas, como igualmente sua verticalização.

As Planícies Aluviais são áreas de expressiva relevância geomorfológica e, por extensão ambiental. Sua ocupação afronta os mais elementares ensinamentos geomorfológicos, estando, outrossim, em desacordo com a legislação ambiental. Sua função é justamente acomodar o excedente hídrico nos períodos críticos. Sua ocupação dá-se, em geral, pela população de baixa renda. Entretanto, mais recentemente alguns grandes empreendimentos econômicos (shoppings, supermercados, instituições públicas, entre outros) têm sido edificados nessas áreas.

E, finalmente nos Baixos Planaltos Costeiros há que se distinguir o comportamento geológico e geomorfológico dos topos e das falésias e vertentes. Os

topos são ambientes extremamente favoráveis à expansão urbana desde que se leve em conta as reduzidas vulnerabilidades a que estão sujeitos. Inclusive, a história do crescimento urbano da cidade de João Pessoa sempre buscou esses subcompartimentos, até recentemente, quando iniciou a efetiva ocupação das Planícies Litorâneas. Hodiernamente, e corroborado pela intensa ocupação das Planícies Costeiras, as novas fronteiras de ampliação urbana continuam, na atualidade, direcionadas aos topes dos Baixos Planaltos Costeiros. O sul, e especialmente, o sudoeste do município de João Pessoa se apresentam como novas frentes para a intensificação da ocupação humana dos topes, que apresentam excepcionais atributos ambientais.

Apesar dos topes serem áreas bastante favoráveis aos aglomerados urbanos, em certos trechos há ravinamentos incipientes. A devastação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, da Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas e do Cerrado deixou as superfícies dos Baixos Planaltos Costeiros mais suscetíveis aos processos de degradação. Nos espaços desmatados, os processos morfogenéticos pluviais que contemplam duas subcategorias: ação mecânica das gotas das chuvas e o escoamento pluvial evidenciam-se mais vigorosos, o que potencializa o surgimento de ravinas.

Parte dessas informações geomorfológicas foram cartografadas. O mapeamento cartográfico foi etapa essencial ao estudo morfológico. Por essa razão optou-se pela feitura de um arsenal cartográfico de fácil leitura, evitando, dessa forma uma profusão de legendas, símbolos alfanuméricos, hachuras, entre outros, e facilitando o acesso às informações especializadas. Profissionais, carentes de uma consistente formação geocientífica, podem facilmente manusear os dados contidos nos materiais cartográficos ora tornados públicos.

A visão integradora dos fatos geológicos com os geomorfológicos proporcionou múltiplas proposições pontuais citadas ao longo do texto. Neste

processo, precípuamente, dedutivo uma conclusão mais abrangente se destacou. Nessa trajetória, é lícito afirmar que o município de João Pessoa, inserido na extremidade setentrional da Sub-Bacia Alhandra, constitui uma área de transição com características que melhor se enquadrariam, geomorfologicamente, na Sub-Bacia Miriri.

Diante de tudo o que foi exposto, os trabalhos existentes e os dados aqui reavaliados e os aqui gerados possibilitam uma sólida orientação geológica e geomorfológica. As restrições e as potencialidades de cada unidade e subunidades foram, parcialmente, ressaltadas. O Homem consciente ou não, interfere nos fluxos de energia e matéria dos sistemas geomorfológicos, nos processos e, consequentemente, alterando as formas de relevo resultantes. O relevo, por sua vez, através dos mais variados e complexos mecanismos de retroalimentação afeta, em menor escala, a maneira como o Homem se organiza espacialmente.

Isto posto, constatou-se, por exemplo, que as unidades geomorfológicas, aqui individualizadas surgem com possibilidades de serem adotadas como unidades básicas de planejamento, de zoneamento e de gestão ambiental, onde em cada uma delas seriam analisadas as intervenções socioeconômicas consentidas e até mesmo incentivadas, e as que seriam vetadas. Dessa forma o município em tela teria subsídios geológicos e geomorfológicos para perseguir uma melhor organização espacial, alicerçada também nesses conhecimentos. Mesmo porque, as peculiaridades geológicas e geomorfológicas vêm interferindo, em diversas escalas, no arranjo das organizações espaciais do município de João Pessoa, desde os seus primórdios.

E, finalmente, à luz desses referenciais teóricos, metodológicos e conceituais, e ciente de que a realidade geológica e geomorfológica do município de João Pessoa é bem mais complexa do que ora foi discutido, espera-se que as interpretações realizadas, os dados levantados, e as propostas apresentadas possam

subsidiar, mesmo que modestamente, o zoneamento, o planejamento e a gestão ambiental e urbana da área em foco.

## 7 REFERÊNCIAS

ABREU, Adilson Avansi. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 4, n. 2, p. 51-67, 2003. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Formas do relevo**: texto básico. São Paulo: Edart, 1975. 74 p. Projeto Brasileiro para o Ensino de Geografia da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências - FUNBEC.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007. 159 p. ISBN 978-85-7480-355-5.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas; LIMA FILHO, Mário Ferreira de. A Formação Barreiras. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 77-88, 1991. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

ALMEIDA, Camilla Bezerra de et al. Tectônica e relações estratigráficas na Sub-bacia de Pernambuco, NE do Brasil: contribuição ao conhecimento do Rift Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 167-180, maio/nov. 2005. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

ANDRADE, Gilberto Osório de Oliveira. **Itamaracá**: contribuição para o estudo geomorfológico da costa pernambucana. Recife: Impressa Oficial, 1955. 84 p.

ANDRADE, Gilberto Osório de Oliveira. **O rio Paraíba**. João Pessoa: UFPB e Conselho Estadual da Cultura, 1997. 166 p. (Os rios do açúcar do Nordeste Oriental, 3) (Biblioteca Paraibana, XVII). ISBN 85-237-0062-5.

ARAÚJO, Magno Erasto de. **Estudo geomorfológico do extremo sul do litoral da Paraíba**. Salvador, 1993 143 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geomorfologia) - Universidade Federal da Bahia. (Orientador Prof. Dr. Antônio Sérgio Tavares de Melo).

ARGENTO, Mauro Sérgio Fernandes. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. cap. 9, p. 365-391. Inclui bibliografia. ISBN 85-286-0326-1.

ASMUS, Haroldo Erwin. Controle estrutural da deposição Mesozóica nas bacias da margem continental brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 160-175, set. 1975. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

ASMUS, Haroldo Erwin; CARVALHO, José Carlos de. Condicionamento tectônico da sedimentação nas bacias marginais do Nordeste do Brasil (Sergipe / Alagoas e Pernambuco / Paraíba). In: Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC. **Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, DNPM, CPRM, DHN, CNPQ, 1978, v. 4, p. 7-24. (Série Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC, n. 4).

ASMUS, Haroldo Erwin; GUAZELLI, Waltir. Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das áreas oceânicas e continentais, adjacentes: hipóteses sobre o tectonismo causador, e implicações para os prognósticos do potencial de recursos minerais. In: Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC. **Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira, e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, DNPM, CPRM, DHN, CNPQ, 1981. 1981, v. 9, p. 117-143 p. (Série Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC, n. 9).

ASMUS, Haroldo Erwin; PONTE, Francisco Celso. The Brazilian marginal basins. In: NAIRN, Alan Eben Mackenzie; STEHLI, Francis Greenough (Ed.). **The Ocean Basins and Margins**. New York: Plenum Press, 1973. v. 1, p. 87-133. Volume 1 - The South Atlantic. (*Ocean margins of South America and western África*).

ASMUS, Haroldo Erwin; PORTO, Roberto. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., e SIMPÓSIO SÔBRE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL, 2., 1972, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. p. 67-90. (volume 2).

ASMUS, Haroldo Erwin; PORTO, Roberto. Diferenças nos estágios iniciais de evolução da margem continental brasileira: possíveis causas e implicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú (SC). **Anais...** Camboriú (SC): Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. p. 225-239. (volume 1).

ASSIS, Abelci Daniel de. Geologia. In: PARAÍBA (estado) Secretaria da Educação e Universidade Federal da Paraíba. **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. seção: II (quadro natural), p. 22-23. Escala gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10520**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p. il. Título original: *Introduction to climatology for the tropics*. Coordenação editorial de Antonio Christofolletti. ISBN: 978-85-286-0427-6.

BARBOSA, Getúlio Vargas et al. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do projeto Radambrasil. **Geociências**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 7-20, 1983. ISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

BARBOSA, José Antonio. **Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno - formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. Recife, 2004. 219 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

BARBOSA, José Antonio. **A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos**. Recife, 2007. 264 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

BARBOSA, José Antonio et al. A Estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 13, p. 89-108, 2003. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco.

BARBOSA, José Antonio; LIMA FILHO, Mário Ferreira de. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 287-306, maio/nov. 2006. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petroleos Brasileiros S.A. - PETROBRÁS.

BARRETO, Alcina Magnolia Franca et al. Aspectos morfológicos e idades por luminescência do campo de dunas inativas da costa norte da Paraíba. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 12, p. 03-11, 2002. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

BERTRAND, Georges. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BEURLEN, Karl. Die kreide im küstenbereich von Sergipe bis Paraíba do Norte (Brasilien). **Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft**, Berlin, b. 112, s. 378-384. 1961a.

BEURLEN, Karl. O Turoniano marinho do Nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**. São Paulo, v. 10, n. 2, p. 39-52, 1961b.

BEURLEN, Karl. O desenvolvimento paleogeográfico do Oceano Atlântico Sul. **Arquivos de Geologia**. Recife, n. 2, p. 21-36, 1962. Periódico publicado pela Faculdade de Geologia da Universidade do Recife.

BIGARELLA, João José; MOUSINHO, Maria Regina. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16 e 17, p. 153-197, jul. 1965. Publicação organizada sob os auspícios da Universidade do Paraná, Comissão de Planejamento Econômico do Estado do Paraná - PLADEP e Conselho Nacional de Geografia. Contribuição ao II Congresso Brasileiro de Geógrafos (Rio de Janeiro - Julho de 1965). Periódico publicado pelo Centro de Documentação e Informação do Instituto de Geologia da Universidade do Paraná.

BRANNER, John Casper. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College**, Cambridge, v. 44, p. 1-285, 1904.

BRASIL. **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil - 2005**. Ministério do Meio Ambiente. Tamandaré: CEPENE - Centro de Pesquisas e Extensão Pesqueira do Nordeste, 2007. 211 p. Paginação irregular por página e por item.

BRASIL. Decreto nº 98.181, de 26 de setembro de 1989. Declara de preservação permanente a floresta e demais formas de vegetação da área que descreve. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 set 1989. seção 1, p. 17.276.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 1965. seção 1, p. 9.529 (publicação original) e 26 set. 1965, seção 1, p. 9.913 (retificação).

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan 1997. seção 1, p. 470, v. 135, n. 6.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul 2000. seção 1, p. 1. Col. 1.

BRITO, Dimas Dias. A Bacia de Campos no mesocretáceo: uma contribuição à paleoceanografia do Atlântico Sul primitivo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 162-167, jun. 1987. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

BRITO, Dimas Dias. Comparação dos carbonatos pelágicos do Cretáceo Médio da margem atlântica brasileira com os do Golfo do México: novas evidências do Tétis Sul-Atlântico. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL**, 3., 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1994. p. 11-18.

BRITO, Ignacio Machado. O Mesozóico fossilífero do Brasil: Triássico e evolução das bacias cretácicas. In: \_\_\_\_\_ BRITO, Ignacio Machado. **Geologia histórica**. Urbelândia: EDUFU, 2001. cap. 5, p. 93-114. Inclui bibliografia. ISBN 85-7078-048-6.

CAILLEUX, André; TRICART, Jean. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Annales de Géographie**, Paris, v. 65, n. 349, p. 162-186, mai-juin. 1956.

CARVALHO, Francisco de Assis Fernandes de; CARVALHO, Maria Gelza Fernandes de. Vegetação. In: PARAÍBA (estado). Secretaria da Educação. **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. seção: II (quadro natural), p. 44-47. Escala gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

CARVALHO, Maria Gelza Rocha Fernandes de. **Estado da Paraíba**: classificação geomorfológica. João Pessoa: UFPB/FUNAPE, 1982. 72 p.

CHANG, Hung Kiang; KOWSMANN, Renato Oscar. Interpretação genética das sequências estratigráficas das bacias da margem continental brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 74-80, jun. 1987. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

CHANG, Hung Kiang; KOWSMANN, Renato Oscar; FIGUEIREDO, Antônio Manuel Ferreira. Novos conceitos sobre o desenvolvimento das bacias do leste brasileiro. In: GABAGLIA, Guilherme Pederneiras Raja; MILANI, Edilson José. (Coord.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. p. 269-289.

CHAVES, Núbia Siqueira. **Mecanismo de cimentação em sedimentos marinhos recentes, exemplo**: beachrocks do litoral pernambucano. Rio Claro, 2000. 199 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "campus" de Rio Claro. (Orientador Prof. Dr. Chang Hung Kiang).

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. rev. e ampl. 11. reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p. il. Inclui bibliografia. 15,5 cm x 22,5 cm. ISBN 978-85-212-0130-4.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, v. 11, n. 21-22, p. 5-18, 1981a. Periódico publicado pela Associação de Geografia Teórica - AGETEO.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geometria dos canais fluviais. In: \_\_\_\_\_ **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981b. cap. 3, p. 53-92., il. Inclui bibliografia e índices. 14 cm x 21 cm. CDD-551.483. Volume 1 (o canal fluvial). Publicado com a colaboração da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Sistemas e modelos. In: **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999a. cap. 1, p. 1-18.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Caracterização do sistema ambiental. In: **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999b. cap. 3, p. 35-50.

CORDANI, Umberto Guiseppe et al. Estudo preliminar de integração do Pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. **Ciência Técnica Petróleo**, Rio de Janeiro, p. 1-70, 1984. (Série Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração de Petróleo). Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. Rio Claro, 2001. 386 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Geografia - Área de Concentração: Organização do Espaço) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "campus" de Rio Claro. (Orientador Prof. Dr. Carlos Roberto Espínola).

COUTINHO, Maria Glícia da Nóbrega. **Geologia dos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Gramame - PB**. Recife, 1967. 74 f. + anexos. Relatório de Graduação (Curso de Graduação em Geologia) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone).

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. cap. 5, p. 211-252. Inclui bibliografia. ISBN 85-286-0326-1.

DIGITALGLOBE. **QuickBird**. Longmont (Colorado-EUA), 2009. Disponível em: <<http://www.digitalglobe.com/index.php/85/QuickBird>>. Acesso em: 10 de novembro de 2009.

DINIZ, Flávio Eduardo Gomes; CAMPOS, Lúcio Fábio; QUININO, Uziel Cavalcanti de Medeiros; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. Investigação preliminar sobre a ocorrência de metais pesados na Bacia do Rio Gramame. In: SILVA, Tarciso Cabral da; SILANS, Alain Marie Bernar Passerat de; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. (Org.). **Bacia do Rio Gramame**: hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos seus recursos hídricos. João Pessoa: UFPB, 2002. p. 69-74., il. CDU: 626.

DOMINGUEZ, José Maria Landim; BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto; MARTIN, Louis. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas a desembocaduras dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 98-105, jun. 1983. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

EGLER, Cláudio Antônio Gonçalves; MOREIRA, Emília de Rodat Fernandes. Ocupação territorial. In: PARAÍBA (estado). Secretaria da Educação. **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. seção: I (situação e localização), p. 16-19. Escala

gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p. il. color., 23 cm. ISBN: 85-73830-56-5. Inclui apêndices.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 360 p. il. color., 23 cm. ISBN: 85-85864-19-2. Inclui apêndices.

ESTRELLA, Guilherme de Oliveira. O estágio “rift” nas bacias marginais do leste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., e SIMPÓSIO SÔBRE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL, 2., 1972, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. p. 29-34. (volume 3).

FAUTH, Gerson; KOUTSOUKOS, Eduardo Apóstolo Machado. Inferências paleoecológicas a partir de associações de ostracodes marinhos do Maastrichtiano e Daniano na Bacia Pernambuco-Paraíba. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6 e SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR 2., 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002. p. 261-265.

FEITOSA, Edilton Carneiro; FEITOSA, Fernando Antonio Carneiro. Considerações sobre a ligação Bacia Potiguar - Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 8, p. 71-78, 1986. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

FEITOSA, Edilton Carneiro; FEITOSA, Fernando Antonio Carneiro; LIRA, Helena Magalhães Porto. Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2002. 1 CD-ROM.

FELGUEIRAS, Carlos Alberto. Modelagem numérica de terreno. In. CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed. e Org.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. cap. 7, p. 1-38. Inclui bibliografia e apêndice. INPE-10506-RPQ/249. Paginação por capítulo.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário eletrônico Aurélio**: edição histórica 100 anos. Versão monousuário 7.0. Curitiba: Positivo Informática, 2010. 1 CD-ROM (208 Mb). (corresponde a 5ª edição do Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa: edição histórica 100 anos de Aurélio Buarque de Holanda Ferreira, publicado pela editora Positivo, 2010. 2.272 p. ISBN 8538541986).

FILGUEIRA, Hamílcar José Almeida; SILVA NETO, Augusto Francisco da. Estimativa do consumo de água para a irrigação na bacia hidrográfica do rio Gramame. In: SILVA,

Tarciso Cabral da; SILANS, Alain Marie Bernar Passerat de; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. (Org.). **Bacia do Rio Gramame**: hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos seus recursos hídricos. João Pessoa: UFPB, 2002. p. 81-91., il. CDU: 626.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 01, p. 11-30., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-86238-65-9.

FONZAR, Benedicta Catharina. A circulação atmosférica na América do Sul: os grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente - localização e trajetórias. **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 11-33, jul./set. 1994. ISSN: 0103-1597. Periódico publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE.

FORTES, Fernando Parentes. **A tectônica de tecas da Bacia Potiguar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986. p. 1.145-1.159. (volume 3).

FRANÇOLIN, João Batista de Lelis; SZATMARI, Peter. Mecanismo de rifteamento da porção oriental da margem norte brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 196-207, jun. 1987. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

FUNDAÇÃO DE COLONIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO DO ESTADO DA PARAÍBA - FUNDAP. **Projeto sub-área PB-1**: Cartas Plano-Altimétrica. João Pessoa, 1985[?]. 14 Cartas Plano-Altimétricas. Escala 1:10.000. Índice de Nomenclatura: folha SB.25-Y-C-III-I-NO-D; folha SB.25-Y-C-III-I-NE-C; folha SB.25-Y-C-III-I-NO-F; folha SB.25-Y-C-III-I-NE-E; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-B; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-A; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-B; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-C; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-D; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-C; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-D; folha SB.25-Y-C-III-I-SO-F; folha SB.25-Y-C-III-I-SE-E e folha SB.25-Y-C-III-I-SE-F. Convênio: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agária - INCRA / Governo do Estado da Paraíba / Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:40.000, obtidas com câmara cartográfica grande angular  $f=151.79$ . Vôo de março a junho de 1985, sob a responsabilidade da TERRAFOTO S.A - equidistância das curvas de nível: 5 metros) .

FURRIER, Max. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa - 1:1000.000**. São Paulo, 2007. 213 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. (Orientador Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross).

GABAGLIA, Guilherme Pederneiras Raja; MILANI, Edilson José. (Coord.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. 415 p.

GABAGLIA, Guilherme Pederneiras; FIGUEIREDO, Antônio Manuel Ferreira. Evolução dos Conceitos Acerca das Classificações das Bacias Sedimentares. In: GABAGLIA,

Guilherme Pederneiras Raja; MILANI, Edilson José. (Coord.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. p. 31-45.

GADI, Muftah Saleh Mohamed el. **Estudo das microfacies da Formação Gramame (Maastrichtiano)**: faixa costeira de Pernambuco-Paraíba. Recife, 1993. 133 f. + anexos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone).

GALVÃO, Marília Velloso. Regiões bioclimáticas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 29, n. 1, p. 03-36, jan./mar. 1967. Periódico publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

GEOCONSULT (Consultoria, Geologia & Mineração LTDA). **Estudo de impacto ambiental do projeto grande Moinho Tambaú: Porto de Cabedelo, Cabedelo - Paraíba**. Fortaleza, 2003. 3 v. (v. 1, tomo A e B). Paginação por item. (Interessado: Moinho Dias Branco Indústria e Comércio de Alimentos LTDA - Processo: Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA Nº: 3176/2002 e 3505/2003)

GOLDFARB, Maurício Costa; CYSNEIROS, Denise de Oliveira; SILVA, Tarciso Cabral da. Caracterização fluvio-morfológica da Bacia do Rio Gramame. In: SILVA, Tarciso Cabral da; SILANS, Alain Marie Bernar Passerat de; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. (Org.). **Bacia do Rio Gramame**: hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos seus recursos hídricos. João Pessoa: UFPB, 2002. p. 03-12., il. CDU: 626.

GOOGLE. **Google Earth Plus**. Versão 4.1 Mountain View (Califórnia): Google Incorporation, 2007. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/intl/pt-BR/download-earth.html>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2007, 14:04:00. (software shareware).

GOOGLE. **Google Earth Plus**. Versão 5.2.1.1588. Mountain View (Califórnia): Google Incorporation, 2010. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/intl/pt-BR/download-earth.html>>. Acesso em: 02 de setembro de 2010, 03:56:44. (software shareware).

GOOGLE. **Google Earth Plus**. Versão 5.2.1.1588. Mountain View (Califórnia): Google Incorporation, 2010. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/intl/pt-BR/download-earth.html>>. Acesso em: 02 de setembro de 2010, 03:56:44. (software shareware).

GUALBERTO, Luiz Antonio. **Diagnóstico preliminar das condições ambientais do estado da Paraíba**. João Pessoa: [s. n.], 1977. 103 p. Relatório elaborado no âmbito da Companhia de Água e Esgotos de Paraíba - CAGEPA.

GUAZELLI, Waltir; CARVALHO, José Carlos de. Estruturas da margem continental leste brasileira e das áreas oceânicas e continentais, adjacentes. In: Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC. **Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira, e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, DNPM,

CPRM, DHN, CNPQ, 1981, v. 9, p. 117-143 p. (Série Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - REMAC, n. 9).

GUEDES, Luciano da Silva. **Monitoramento geoambiental do estuário do Rio Paraíba do Norte - PB, por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto.** Natal, 2002. 86 f. + anexos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. (Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro).

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico - geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p. Edição atualizada e ampliada por Antonio José Teixeira Guerra. ISBN 85-286-0625-2.

GUERRA, Núbia Chaves; MANSO, Valdir do Amaral Vaz. Beachrocks (recifes de arenito). In: ESKINAZE-LEÇA, Enide; NEUMANN-LEITÃO, Sigrid; COSTA, Monica Ferreira da. (Org.). **Oceanografia: um cenário tropical.** Recife: Bagaço, 2004. cap. 5, p. 109-130. il. (alguns coloridos); fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 85-7409-582-6. Publicação do Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.

GUILCHER, André. Geomorphologie et Utilization de la Côte de la Paraíba (Brésil). In: Centre d'Etudes de Géographie Tropicale / Centre National de La Recherche Scientifique / Conselho Nacional de Pesquisa / Universidade Federal da Paraíba. **Géographie et Ecologie de la Paraíba.** Bordeaux, 1984. tomo 2, p. 379-425. (Travaux et Documents de Géographie Tropicale, 50)

HARTT, Charles Frederick. **Geology and Physical Geography of Brazil.** Boston: Fields, Osgood & Co., 1870. 620 p. with illustrations and maps.

INSTITUTO ANTÔNIO HOUAISS. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa 3.0.** Versão monousuário 3.0. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 1 CD-ROM (36,80 Mb). (corresponde à edição integral do Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, produzido e distribuído pela editora Objetiva, 2009. 2.048 p. ISBN: 9788573029635).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL E ESTADUAL DA PARAÍBA - IDEME. **Anuário Estatístico da Paraíba - Versão 2007.** João Pessoa: IDEME, 2007. Disponível em: <[http://www.ideme.pb.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=67](http://www.ideme.pb.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=67)>. Acesso em: 14 de agosto de 2009. O IDEME é vinculado a Secretaria de Planejamento do Governo do Estado da Paraíba.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Divisão de Processamento de Imagens. **Spring.** Versão 4.3.3. São José dos Campos. 2007. 1 CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Divisão de Processamento de Imagens. **Spring.** Versão 5.0.4. São José dos Campos. 2008. 1 CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Divisão de Processamento de Imagens. **Spring**. Versão 5.1. São José dos Campos. 2009. 1 CD-ROM.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal. **[sem título]**. João Pessoa, 2002. Color. Formato JPEG. Banco de dados fotográficos e aerofotográficos da Secretaria de Planejamento - SEPLAN da Prefeitura Municipal de João Pessoa - PMJP.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal. **Mapa Urbano Básico Digital de João Pessoa**. Fotografias aéreas. João Pessoa, 1998. Escala 1:8.000. Voo de junho de 1998.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal. Secretaria de Planejamento. Diretoria de Geoprocessamento. **Arquivos-imagens do município de João Pessoa**. João Pessoa, 2005. 2 imagens de satélite. QuickBird da DigitalGlobe, 2005.

KEGEL, Wilhelm. Geologia do fosfato de Pernambuco. **Boletim da Divisão de Geologia Mineral**, Rio de Janeiro, n. 157, p. 01-54, 1955a. Periódico publicado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.

KEGEL, Wilhelm. Um novo membro fóssil da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior), Pernambuco. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 373-375, 1955b.

KLEMME, Hugh Douglas. Petroleum basins: classifications and characteristics. **Journal of Petroleum Geology**, Beaconsfield (United Kingdom), v. 3, n. 2, p. 187-207, oct. 1980.

LEINZ, Viktor; LEONARDOS, Othon Henry. **Glossário Geológico: com a correspondente terminologia em inglês, alemão e francês**. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1982. 236 p. (Iniciação científica, v. 33).

LEOPOLD, Luna Bergere; WOLMAN, Markley Gordon; MILLER, John Preston. **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freeman, 1964. 522 p. illus., maps. 24 cm. Includes bibliographies.

LIMA FILHO, Mário Ferreira de. **Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco**. São Paulo, 1998. 139 f. + mapas (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. (Orientador Prof. Dr. Benjamim Bley de Brito Neves).

LIMA FILHO, Mário Ferreira de; BARBOSA, José Antonio; SOUZA, Ebenézer Moreno. Eventos tectônicos e sedimentares nas bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações no quebramento do Gondwana e correlação com a bacia do rio Muni. **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 117-126, 2006. ISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

LIMA FILHO, Mário Ferreira de; SOUZA, Ebenézer Moreno. Marco estratigráfico nos arenitos calcíferos do Campaniano da Bacia Paraíba: estratigrafia e significado

paleoambiental. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 19., 2001, Natal. **Atas...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 2001. p. 87-88.

LIMA, Mário Ivan Cardoso de. **Introdução à interpretação radargeológica.** Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 124 p., il.. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598, n. 3). ISBN 85-240-0451-7.

LIMA, Murilo Rodolfo; PEDRÃO, Elizabete. Análise palinológica de sedimentos da Bacia do Cabo, Cretáceo do estado de Pernambuco, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 73-84, mar. 1989. INSS: 0001-3765.

LIMA, Paulo José; HECKENDORFF, Wolf Dietrich. Climatologia. In: PARAÍBA (estado) Secretaria da Educação e Universidade Federal da Paraíba. **Atlas geográfico do estado da Paraíba.** João Pessoa: Grafset, 1985. seção: II (quadro natural), p. 34-43. Escala gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

MABESSONE [MABESOONE], Jannes Markus. Panorama geomorfológico do Nordeste Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 56, p. 1-16, 1978. Periódico publicado pelo Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - USP.

MABESOONE, Jannes Markus. Bacia sedimentar costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro e Rio Claro. **Boletim...** Águas de São Pedro e Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1996. p. 81-84.

MABESOONE, Jannes Markus. Histórico. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 11-20, 1991a. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus. Sedimentos do Grupo Paraíba. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 63-71, 1991b. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus. Bibliografia sobre a Bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 224-252, 1991c. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus. Ciclicidade e relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 1, n. 1, p. 68-72, 2000. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

MABESOONE, Jannes Markus; ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 476-482, dez. 1988. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

MABESOONE, Jannes Markus; ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. Base estrutural. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 33-43, 1991. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus; ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. **Geologie en Mijnbouw**, Dordrecht, v. 71, p. 351-362, 1993. (Kluwer Academic Publishers).

MABESOONE, Jannes Markus et al. Nota explicativa dos mapas. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 21-31, 1991a. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus et al. Conclusões, história geológica. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 177-183, 1991b. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MABESOONE, Jannes Markus; SILVA, Jadiel da Cunha e. Aspectos geomorfológicos. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 117-132, 1991. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

MAIOR FILHO, Joel Souto. Estudo hidrogeológico do baixo e médio Mamanguape, PB. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 5, n. 2/4, p. 175-210, abr./dez. 1967. Periódico publicado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.

MANSO, Valdir do Amaral Vaz (Consultor). **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca-PE**. Recife: [s.n.], 2003. Não paginado. Relatório Final - Termo de Referência MMA/PNMA II - SECTMA Nº 249.

MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. **Condições termo-pluviométricas do município de João Pessoa**. João Pessoa, 1985. 48 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. Wolf Dietrich Heckendorff). Inclui bibliografia, ilustrações, gráficos, tabelas e mapas.

MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. Desenvolvimento e natureza da Geomorfologia. **Cadernos IG / UNICAMP**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 9-21, jun. 1995. ISSN 0103-6734. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de Campinas - UNICAMP.

MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral. **Geomorfologia da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape e Adjacências, no Estado da Paraíba**: Subsídios ao Zoneamento Geo-Ambiental. João Pessoa, 2002. 194 f. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Área de Concentração: Habitat Urbano e Meio Ambiente - Subárea: Gerenciamento Ambiental) - Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Subprograma Universidade Federal da Paraíba / Universidade Estadual da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. José Antonio Pacheco de Almeida). Inclui bibliografia, ilustrações e mapas coloridos.

MATSUMOTO, Eiji. As formas de relevo e alguns problemas geomórficos na parte oriental do Nordeste Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 44, p. 1-22, 1974. Periódico publicado pelo Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - USP.

MELLO, José Octávio de Arruda. **História da Paraíba**. 7. ed. João Pessoa: A União, 2002. 280 p.

MELO, Antonio Sérgio Tavares de. (Coord.). **Os aglomerados subnormais dos vales do Jaguaribe e do Timbó**: análise geo-ambiental e qualidade do meio ambiente. João Pessoa: UNIPÊ, 2001, 163 p. Inclui bibliografia. CDU: 577.4.

MELO, Antonio Sérgio Tavares de. Cartograma II/4 - relevo. In: PARAÍBA (estado) Secretaria da Educação e Universidade Federal da Paraíba. **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. seção: II (quadro natural), p. 29. Escala gráfica. il. color., Inclui bibliografia. Atlas elaborado por equipe do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

MELO, Antonio Sérgio Tavares de. **L'organisation des paysages dans l'est de la Paraíba et du Rio Grande do Norte (Brésil)**: une contribution de l'imagerie-radar aux études eco-géographiques. Talence, 1983. Tese. (Doutorado em Geografia da Gestão Territorial) - Universidade de Bordeaux III/UER de l'Homme et son Environnement. França.

MELO, Antonio Sérgio Tavares de. Os impactos ambientais da expansão canavieira sobre o meio físico na zona dos tabuleiros costeiros. **Cadernos CODECIT - Coordenadoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, João Pessoa, n. 2, p. 44-71, 1984. (Série impactos tecnológicos, 1). Periódico publicado pela Coordenadoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral do Governo da Paraíba.

MELO, Nivaneide Alves de. **Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica do rio Cuiá, João Pessoa-PB**. Recife, 2001. 68 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de

Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

MONTEIRO, Adson Brito. **Geologia e aspectos faciológicos da Formação Barreiras numa área a sul de João Pessoa/PB.** Recife, 1989. 76 f. + anexos. Relatório de Graduação (Curso de Graduação em Geologia) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientadores: Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone e Profa. Dra. Lúcia Maria Mafra Valença).

MORAIS NETO, João Marinho. **As coberturas sedimentares terciárias do interior da Paraíba e Rio Grande do Norte e a gênese da Antéclice da Borborema.** Ouro Preto, 1999. 170 f. + anexos. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais - Área de Concentração: Geologia Estrutural e Tectônica) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. (Orientador Prof. Dr. Fernando Flecha de Alkmim).

MUEHE, Dieter. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Org.). **Geomorfologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. cap. 7, p. 273-349. ISBN 85-286-0670-8.

MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. cap. 6, p. 253-308. Inclui bibliografia. ISBN 85-286-0326-1.

NEVES, Benjamim Bley de Brito et al. O sistema tafrogênico terciário do saliente oriental nordestino na Paraíba: um legado Proterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 127-134, mar. 2004. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

NEVES, Benjamim Bley de Brito. **O mapa geológico do Nordeste Oriental do Brasil, escala 1/1.000.000.** São Paulo, 1983. 176 f. + anexos. Tese de Livre Docência - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

NEVES, Benjamim Bley de Brito; SCHMUS, William Randall Van; FETTER, Allen Hutcheson. Noroeste da África - Nordeste do Brasil (Província Borborema) ensaio comparativo e problemas de correlação. **Geologia USP: Série Científica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 59-78, nov. 2001. ISSN 1519-874X. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

NEVES, Silvana Moreira. **Erosão costeira no Estado da Paraíba.** Salvador, 2003. 150 f. Tese. (Programa de Pós Graduação em Geologia - Área de Concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar) - Instituto de Geociências da Universidade Federal de Bahia. (Orientador Prof. Dr. José Maria Landim Dominguez).

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p., il. ISBN: 85-240-0282-4.

NIMER, Edmon. **Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 128 p., il., tab. (Recursos naturais e meio ambiente, 3). CDU: 551.57(813.3/4). CDD: 551.570981.

NISHIDA, Alberto Kioharu; NORDI, Nivaldo; ALVES, Rômulo Romeu da Nóbrega. Abordagem etnoecológica da coleta de moluscos no litoral paraibano. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 1, p. 53-68, 2004. ISSN 1679-3013.

NOGUEIRA, Francisco Cézar Costa; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; CASTRO, David Lopes de. Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreiras na porção leste da Bacia Potiguar. **Geologia USP: Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 51-59, out., 2006. ISSN 1519-874X. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

NOVO, Evelyn Márcia Leão de Moraes. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 8, p. 219-246., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-86238-65-9.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS DOS RECURSOS DO MAR - NEPREMAR. **Projeto Estuário**: Estudos ecológicos no estuário do Rio Paraíba do Norte-PB. João Pessoa: mimeografado, 1980. 162 p. Relatório técnico final do Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar - NEPREMAR da Universidade Federal da Paraíba.

NUNES, Bernardo de Almeida et al. (Coord.). **Manual técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 113 p., il.. (Manuais técnicos em geociências, n. 5). ISBN 85-240-0509-2.

OLIVEIRA, Euzébio Paulo de. **História da pesquisa de petróleo no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1940. 208 p. (Publicação Nº 15).

PARAÍBA (estado). Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Volume dos Açudes**. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaGraficos&codAcude=2920>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2008, 17:55:30.

PARAÍBA (estado). Decreto nº 21.264, de 28 de agosto de 2000. Cria o Jardim Botânico de João Pessoa, na Mata do Buraquinho e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Governo da Paraíba**, Poder Executivo, João Pessoa, PB, 29 ago 2000.

PARAÍBA (estado). Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Governo da Paraíba**, Poder Executivo, João Pessoa, PB, 03 jul 1996.

PARAÍBA (estado). Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005. Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Governo da Paraíba**, Poder Executivo, João Pessoa, PB, 08 jul 2005. p. 5-6, n. 12.972.

PARAÍBA (estado). Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente. **Relatório da qualidade do meio ambiente**. João Pessoa: [s. n.], 1986. 203 p. v. 1.

PARAÍBA (estado). Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Meio Ambiente e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Plano estadual de recursos hídricos**. João Pessoa: [s. n.], 2005[?]. 255 p. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio\\_final.php](http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final.php)>. Acesso em: 27 de novembro de 2007. (relatório elaborado pela Tecnologia e Consultoria Brasileira S.A e Concremat Engenharia).

PARAÍBA. Constituição (1989). **Constituição do estado da Paraíba**. João Pessoa: Assembléia Legislativa, 1999. 256 p. Disponível em: <<http://www2.senado.gov.br/bdsf/item/id/70448>>. Acesso em: 12 maio 2009. (texto promulgado em 5 de outubro de 1989 e atualizado até a Emenda Constitucional nº 18, de 9 de dezembro de 2003).

PETRI, Setembrino et al. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 372-376, dez. 1986a. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

PETRI, Setembrino et al. Guia de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 376-415, dez. 1986b. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

PIRES, Leonardo Pacheco. **As Influências do Hotel Tambaú na Dinâmica Costeira das Praias de Tambaú e Manaíra, no Município de João Pessoa - PB**. João Pessoa, 2003. 42 f. Monografia (Curso de Graduação em Bacharelado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Msc. Eduardo Galliza do Amaral Marinho). Inclui bibliografia, gráficos, e tabelas.

PONTE, Francisco Celso; ASMUS, Haroldo Erwin. As bacias marginais brasileiras: estágio atual de conhecimento. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 385-420, maio/nov. 2004. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS. Publicado originalmente nos **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48 (suplemento), p. 215-239, 1976. (*International Symposium on continental margins of Atlantic type*, São Paulo, outubro, 1975), com o título: *The brazilian marginal basins: current. state of knowledge*.

PORDEUS, Teresinha de Jesus Ramalho. **História da Paraíba: na sala de aula**. João Pessoa: Gráfica Universal, 1978. 256 p.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SB. 24/25 Jaguaribe / Natal**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981. 744 p. (Levantamento de recursos naturais, 23).

QUININO, Uziel Cavalcanti de Medeiros; CAMPOS, Lúcio Fábio; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas na Bacia do Rio Gramame no estado da Paraíba. In: SILVA, Tarisco Cabral da; SILANS, Alain Marie Bernar Passerat de; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. (Org.). **Bacia do Rio Gramame**: hidrologia e

aspectos ambientais para gestão dos seus recursos hídricos. João Pessoa: UFPB, 2002. p. 53-60., il. CDU: 626.

RAND, Helmo M. Reconhecimento gravimétrico da Bacia João Pessoa. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Atas...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1977. p. 429-438.

RAND, Helmo M. Ligação “*landbridge*” (ponte intercontinental) entre Pernambuco-Paraíba e Nigéria-Camarões. **Textos Didáticos**, Recife, n. 1, p. 1-44, 1985. (Série D - Textos Didáticos). Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

RAND, Helmo M. Prospecção geofísica. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 10, p. 111-115, 1991. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

RAND, Helmo M.; MABESOONE, Jannes M. Northeastem Brazil and the final separation of South America and Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 38, i. 3-4, p. 163-183, jul. 1982.

REGO, Luiz Flores de Moraes. **Notas sobre a geologia do Território do Acre e da Bacia do Javary**. Manaus: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1930. 45 p.

REIS, Christianne Maria Moura. **O litoral do município de João Pessoa (PB) - Frente ao problema da erosão costeira**. Recife, 2008. 123 f. + anexos. Tese (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann). Inclui bibliografia, gráficos, e tabelas.

RESENDE, Mauro et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 19. ed. Viçosa: Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da Terra, 1995. 304 p., il. CDD 631.4.

RODRIGUES, Maria de Fátima Ferreira. Passeio "con(ver)tido": breve reflexão sobre a memória e a espacialidade do centro histórico pessoense. **Revista Cadernos do LOGEPA - Série Texto Didático**, João Pessoa, ano 1, n. 1, p. 3-10, jan/jun. 2002. ISSN 1677-1125. Periódico publicado pelo Laboratório de Geografia da Paraíba do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992. ISSN 0102-4582. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - USP.

SÁ, Luilson Tarcisio Leal e. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB.** Recife, 1998. 127 f. + anexos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone).

SANTOS, Edilton José dos; FERREIRA, Cícero Alves; SILVA JÚNIOR, José Maria Ferreira da; (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba.** Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 2002. 142 p., il., color., 2 mapas: color.; escala: 1:500.000; inclui referências bibliográficas (p. 131-142), apêndice I - listagem dos jazimentos minerais. (Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil, subprograma mapas estaduais). Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil, superintendência regional do Recife.

SILVA, José Cornélio da. **Pesca artesanal no litoral norte da Paraíba: contradições e pobreza.** Recife, 1986. 140 f. (Mestrado em Geografia) - Departamento de Ciências Geográficas - Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Manuel Correia de Andrade).

SILVA, Leonardo Pereira. **Modelagem e geoprocessamento na identificação de áreas com risco de inundação e erosão na bacia do rio Cuiá.** João Pessoa, 2007. 114 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos).

SILVA, Lígia Maria Tavares da. Nas margens do Rio Paraíba do Norte. **Revista Cadernos do LOGEPA - Série Texto Didático**, João Pessoa, ano 2, n. 4, p. 6-12, jul/dez. 2003. ISSN 1677-1125. Periódico publicado pelo Laboratório de Geografia da Paraíba do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

SOTCHAVA, Viktor Borisovitch. Definition de quelques notions et termes de Géographie Physique. **Dokl**, n, 3, p. 94-177, 1962. Institute de Geographie de la Siberie et Extrem Orient. (em russo).

SOUSA, Paulo Rener de Freitas. **A via crucis [via-crúcis] das comunidades São José - Chatuba no Vale do Jaguaribe em João Pessoa - PB.** João Pessoa, 2006. 164 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. Sérgio Fernandes Alonso). Inclui bibliografia.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia et al. **“Restinga”:** Conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 104 p. il. color., Inclui bibliografia. ISBN: 978-85-87235-04-6. Publicação do Instituto Geológico da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo.

SOUZA, Ebenézer Moreno de. **Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba.** Recife, 1999. 152 f. + anexos. Dissertação (Programa

de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

SOUZA, Ebenézer Moreno de. **Estratigrafia da seqüência clástica inferior (andares coniaciano-maastrichtiano inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas**. Recife, 2006. 351 f. il. color., gráficos, tabelas. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

SOUZA, Ebenézer Moreno de; LIMA FILHO, Mário Ferreira de. Marco estratigráfico nos arenitos calcíferos (Formação Itamaracá) do Campaniano da Bacia Paraíba à luz da estratigrafia de seqüências. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 18, n. 1, p. 61-68, jan. 2005. ISSN: 0103-2410. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

SOUZA, Ebenézer Moreno et al. Espectrometria gama e estratigrafia do horizonte fosfático (Formação Itamaracá) na Bacia Paraíba em Paulista - PE. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 12, p. 13-23, 2002. (Série B - Estudos e Pesquisas). ISSN 0080-0244. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências (Escola de Engenharia de Pernambuco) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. 171 p. (Biblioteca de ciências naturais; v. 15). ISBN 85-7182-001-5.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1.222 p. ISBN 85-286-0673-2.

SUGUIO, Kenitiro. Ambiente de sedimentação e fácies sedimentares. In: **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. cap. 8, p. 205-287. ISBN: 85-212-0317-9.

SUGUIO, Kenitiro. Movimentos verticais dos níveis oceânicos em consequência de mudanças climáticas. In: **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. cap. 20, p. 107-111. ISBN: 978-85-87235-03-9.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Projeto 212 I - Nordeste 1965/73**: fotografia aérea. João Pessoa, 1969b. 1 fotografia aérea. Escala 1:70.000. Convênio: Força Aérea Brasileira - FAB.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **João Pessoa**. Recife, 1974a. 1 mapa: color., 73,5 x 63,5 cm. Escala 1:25.000. Índice de Nomenclatura: Folha SB.25-Y-C-III-1-NE. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:30.000. de 1970 e 1971 sob a responsabilidade da Força Aérea Brasileira, folha levantada e desenhada pela GEOFOTO S. A. - equidistância das curvas de nível: 10 metros).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Mata da Aldeia**. Recife, 1974b. 1 mapa: color., 73,5 x 63,5 cm. Escala 1:25.000. Índice de Nomenclatura: Folha SB.25-Y-C-III-1-NO. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:30.000. de 1970 e 1971 sob a responsabilidade da Força Aérea Brasileira, folha levantada e desenhada pela GEOFOTO S. A. - equidistância das curvas de nível: 10 metros).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Nossa Senhora da Penha**. Recife, 1974c. 1 mapa: color., 73,5 x 63,5 cm. Escala 1:25.000. Índice de Nomenclatura: Folha SB.25-Y-C-III-1-SE. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:30.000. de 1970 e 1971 sob a responsabilidade da Força Aérea Brasileira, folha levantada e desenhada pela GEOFOTO S. A. - equidistância das curvas de nível: 10 metros).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Santa Rita**. Recife, 1974d. 1 mapa: color., 73,5 x 63,5 cm. Escala 1:25.000. Índice de Nomenclatura: Folha SB.25-Y-C-III-1-SO. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:30.000. de 1970 e 1971 sob a responsabilidade da Força Aérea Brasileira, folha levantada e desenhada pela GEOFOTO S. A. - equidistância das curvas de nível: 10 metros).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **João Pessoa, PB-PE**. Recife, 1974e. 1 mapa: color., 73,5 x 63,5 cm. Escala 1:100.000. Índice de Nomenclatura: Folha SB.25-Y-C-III / MI 1214. (carta plano-altimétrica elaborada a partir de fotografias aéreas em escala 1:30.000. de 1970 e 1971 sob a responsabilidade da Força Aérea Brasileira, folha levantada e desenhada pela GEOFOTO S. A. - equidistância das curvas de nível: 40 metros).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste**: estado da Paraíba. Recife, 1990. 239 p. (Série: Brasil. SUDENE. Pluviometria, 5).

TOLEDO, Maria Cristina Motta de; OLIVEIRA, Sônia Maria Barros de; MELFI, Adholfo José. Intemperismo e formação de solo. In: TEIXEIRA, Wilson. et al (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. cap. 8, p. 139-166., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 85-86238-14-7.

TOMÉ, Maria Emilia Travassos Rios; LIMA FILHO, Mário Ferreira de; NEUMANN, Virginio Henrique de Miranda Lopes. Análise estratigráfica do Albiano-Turoniano da Bacia de Pernambuco: considerações sobre a paleogeografia e geração de hidrocarbonetos. **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 49-58, jan., 2006. ISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

TRICART, Jean. Problemas Geomorfológicos do Litoral Oriental do Brasil. **Boletim Baiano de Geografia**, Salvador, ano 1, n. 1, p. 5-39, 1960. Periódico publicado pela Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB, núcleo de Salvador.

TRICART, Jean. **Principes et méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496 p. il.

TRINDADE, José da Santíssima. **Plano do porto e rio da Paraíba**. [s.l.]:[s.n.], 1799. 1 mapa. Escala indeterminável. Disponível em: <[http://objdigital.bn.br/acervo\\_digital/div\\_cartografia/cart512346.jpg](http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart512346.jpg)>. Acesso em: 13 de janeiro de 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Atlas climatológico do estado da Paraíba**. Campina Grande, 1984. Não paginado.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e climatologia**. 2. ed. Brasília: INMET, 2001. 532 p.: il. CDU: 551.5/58.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p. ISBN 85-240-0384-7.

VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 449 p. il. 2. reimpressão.

WANDERLEY FILHO, Joaquim Ribeiro; DESTRO, Nivaldo. Evolução das bacias de Jacuípe (BA), de Sergipe-Alagoas, e implicações no rifteamento da margem nordeste oriental brasileira durante o Cretáceo. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL**, 3., 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1994. p. 49-52.

WILLIAMSON, E. Geology of the Parahyba and Pernambuco gold regions. **Manchester Geological Transaction**, Manchester, v. 6, p. 113-122, 1868.

## 8 DOCUMENTOS CONSULTADOS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Regiões de circundesnudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 1, p. 3-21, mar. 1949. Periódico publicado pela Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB, seção São Paulo.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 41-48, mai. 1957.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Significado geomorfológico da rede de hidrografia do Nordeste Oriental brasileiro. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 2, p. 35-40, ago. 1958. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCAMP.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969a. Periódico publicado pelo Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - USP.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969b. Periódico publicado pelo Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - USP.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Megageomorfologia do território brasileiro. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Organizadores). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. cap. 2, p. 71-106. ISBN 85-286-0670-8.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro - considerações finais e conclusões. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 51-69, jan./dez. 1998. ISSN 0100-929X. Periódico publicado pelo Instituto Geológico da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Fundamentos da geomorfologia costeira do Brasil inter e subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 1, n. 1, p. 27-43, 2000a. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Spaces occupied by the expansion of dry climates in South America during the quaternary ice ages. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 21, n. 1/2, p. 71-78, 2000b. ISSN 0100-929X. Periódico publicado pelo Instituto Geológico da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo. Artigo publicado originalmente em *Paleoclimas*, n. 3, 1977 (Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - USP), com o título: Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Translated by Paulo Emílio Vanzolini, revised by Thomas Rich Fairchild.

AGUIAR, Wellington Hermes Vasconcelos de. **Cidade de João Pessoa: a memória do tempo.** 3. ed. João Pessoa: Idéia, 2002. 354 p.

ALBERTÃO, Gilberto Athayde. **Abordagem interdisciplinar e epistemológica sobre as evidências do limite Cretáceo-Terciário, com base em leituras efetuadas no registro sedimentar das bacias da costa leste brasileira.** Ouro Preto, 1993. 251 f. + Anexos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais - Área de Concentração: Petrologia Sedimentar e Sedimentologia) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. (Orientador: Prof. Dr. Paulo Pereira Martins Júnior).

ALBINO, Jacqueline; PAIVA, Denise Sousa; MACHADO, Giseli Modolo. Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. **Geografares**, Vitória, n. 2, p. 63-69, jun. 2001. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emilia. Processos litorâneos. In: **Obras e gestão de portos e costas:** a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2009a. cap. 3, p. 131-184. il. Inclui bibliografia. 20,5 cm x 25,5 cm. ISBN: 978-85-212-0486-2.

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emilia. Morfologia fluvial: princípios. In: **Obras e gestão de portos e costas:** a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2009b. cap. 8, p. 289-300. il. Inclui bibliografia. 20,5 cm x 25,5 cm. ISBN: 978-85-212-0486-2.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas et al. Formação Beberibe na faixa Recife-João Pessoa. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15., 1993, Natal. **Atas...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1993. p. 51-54. (Boletim, 13).

AMARAL, José Rodrigues do; MENOR, Eldemar de Albuquerque; SANTOS, Silvia A. Evolução paleogeográfica da seqüência clástica basal da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Atas...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1977. p. 37-63.

ANDRADE, Gilberto Osório de Oliveira. Os mais recentes níveis gládio-eustáticos na costa pernambucana. **Anuário da Faculdade de Filosofia do Recife.** Recife, p. 137-144, 1941-1956.

ARAÚJO FILHO, José Coelho de. **Horizontes cimentados em argissolos e espodossolos dos tabuleiros costeiros e em neossolos regolíticos e planossolos da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil.** São Paulo, 2003. 223 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. (Orientador Prof. Dr. Adilson Carvalho).

ASSIS, Abelci Daniel de. **Geologia do Quaternário da Planície de Lucena-PB.** Recife, 1977. 69 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de

Concentração: Geologia Sedimentar) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Alcides Nóbrega Sial).

AZEVEDO, Ricardo Lagté Milward de. Paleoceanografia e a evolução do Atlântico Sul no Albiano. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 231-249, maio/nov. 2004. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Tradução de Francisco M. Guimarães, 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2009. 360 p. Título original: General System Theory - Foundations, Development, Applications. ISBN: 9788532636904.

BEURLEN, Karl. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21., 1967, Curutiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1967. p. 151-158.

BEZERRA, Francisco Hilário Rego. **Neotectonics in Northeastern Brazil**. London, 1998. 208 f. Thesis. Submitted for the degree of Doctor of Philosophy of the Department of Geological Sciences of the University College London.

BIGARELLA, José João. The barreiras group in Northeastern Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 47, suplemento, p. 365-393, dez. 1975. Simpósio Internacional sobre o Quaternário.

BIGARELLA, João José; ANDRADE, Gilberto Osório de Oliveira. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos**, Recife, n. 2, p. 2-14, out. 1964. Periódico publicado pelo Instituto de Ciências da Terra da Universidade de Recife.

BIRD, Eric Charles Frederick. **Coastal geomorphology**: an introduction. 2nd edition. Chichester, England: John Wiley, 2008. 411 p. ill., maps, 26 cm. Includes bibliographical references and index. ISBN 978-0-470-51729-1.

BLOOM, Arthur Leroy. **Superfície da Terra**. Tradução e Comentários de Setembrino Petri e Reinholt Ellert. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. 184 p. Título original: *The surface of the Earth*. (Série de textos básicos de geociências - Título original: *Foundations of earth science series*). Consultor: Sérgio Estanislau do Amaral. ISBN: 8521200714.

BOAS, Geraldo da Silva Vilas; BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto; MARTIN, Louis. Leques aluviais pleistocênicos da região costeira da Bahia: implicações paleoclimáticas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 255-258, set. 1985. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II. **Diagnóstico da gestão ambiental no Brasil**. Brasília, 2001. v. 2: Região Nordeste.

BRITO, Ignacio Machado. Princípios básicos da Estratigrafia. As unidades geotectônicas da América do Sul. Bacias sedimentares do Brasil. In: \_\_\_\_\_. BRITO, Ignacio Machado. **Geologia histórica**. Urbelândia: EDUFU, 2001. cap. 1, p. 11-42. Inclui Bibliografia. ISBN 85-7078-048-6.

BRITO, Ignácio Machado; CAMPOS, Diógenes de Almeida. O Cretáceo no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 1, p. 197-218, mar. 1982. INSS: 0001-3765.

BUENO, Gilmar Vital. Diacronismo de eventos no rifte Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 203-229, maio/nov. 2004. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

CARVALHO, Edézio Teixeira de. **Geologia urbana para todos: uma visão de Belo Horizonte**. 2. ed. rev. Belo Horizonte: [s. n.], 2001. 176 p.

CARVALHO, Alexandre de Medeiros; DOMINGUES [DOMINGUEZ], José Maria Landim; MAIA, Luís Parente. A influência da estruturação do embasamento Pré-Cambriano na elaboração da morfologia costeira. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 18, n. 1, p. 83-94, jan. 2005. ISSN: 0103-2410. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

CARVALHO, Edézio Teixeira de; PRANDINI, Fernando Luiz. Áreas Urbanas. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 31, p. 487-497. il., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 85-7270-002-1. Publicação da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

CAVALCANTI, Cleto de Oliveira. **Mapeamento geológico-litofaciológico de uma área-piloto em Santa Rita (Paraíba) - Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba: caracterização sedimentológica da Formação Barreiras**. Recife, 1989. 62 f. (Volume 1 - Texto). Relatório de Graduação (Curso de Graduação em Geologia) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone).

CAVALCANTI, Cleto de Oliveira. **Mapeamento geológico-litofaciológico de uma área-piloto em Santa Rita (Paraíba) - Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba: caracterização sedimentológica da Formação Barreiras**. Recife, 1989. Não consta número de folhas. (Volume 2 - Anexos). Relatório de Graduação (Curso de Graduação em Geologia) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Jannes Markus Mabesoone).

CERRI, Leandro Eugênio da Silva; AMARAL, Claudio Palmeiro do. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 18, p. 301-310. il., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 85-7270-002-1. Publicação da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

CESERO, Pedro de. (Ed.). Análise comparativa da paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1-2, p. 1-18, jan./dez. 1997. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p. 21-35, 1990. Periódico publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. cap. 11, 458 p., il. Inclui bibliografia. ISBN 85-286-0326-1.

CHRISTOFOLETTI, Antonio; PEREZ FILHO, Archimedes. Estudo comparativo entre a documentação cartográfica (1:50.000) e a aeroftográfica (1:25.000) para a análise da drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 15, n. 30, p. 55-64, dez. 1975. ISSN 0029 4128. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCAMP.

CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. História geomorfológica dos compartimentos elevados do planalto da Borborema, NE do Brasil: a perspectiva da etchplanação. **Revista de Geografia**, Recife, v. 20, n. 1, p. 16-25, jan./jul. 2003. ISSN: 0104-5490. Periódico publicado pelo Departamento de Ciências Geográficas do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

CRUZ, Olga. A Geografia Física, o geossistema, a paisagem e os estudos dos processos geomórficos. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 15, n. 29 e 30, p. 53-62, 1985. Periódico publicado pela Associação de Geografia Teorética - AGETEO.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci; MENDES, Iandara Alves; SANCHEZ, Miguel Cezar. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 4, n. 1, p. 01-09, 2003. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

DOMINGUEZ, José Maria Landim et al. Geologia do quaternário costeiro do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, n. 1-4, p. 208-215, mar-dez. 1990. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

FERREIRA, Rogério Valença. **Mapeamento geomorfológico e de processos erosivos da bacia hidrográfica do rio Botafogo-PE utilizando técnicas de geoprocessamento**. Recife, 2008. 114 f. Tese (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos (mapa colorido).

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Sensoriamento remoto para Geomorfologia. In: \_\_\_\_ (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 02, p. 31-71., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-86238-65-9.

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 76-80, 2005. ISSN 0102-4582. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - USP.

GALDINO, Carlos Alberto Pessoa Mello. **Cadastro de parcelas territoriais vinculado ao sistema de referência geocêntrico - SIRGAS2000**. Florianópolis, 2006. 215 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Área de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. (Orientador Prof. Dr. Jürgen Wilhelm Philips). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos.

GARCIA, Loreley; LEMOS, Niedja. A dinâmica do espaço urbano enquanto construção cultural: os vales dos rios em João Pessoa, Paraíba (Brasil). **Os Urbanitas - Revista de Antropologia Urbana**. ano 2, v. 2, n.1. Disponível em: <http://www.osurbanitas.org/osurbanitas2/>. Acessado em: 21 de agosto de 2008.

GHIGNONE, João Ítalo. Ensaios de Paleogeologia do Nordeste e as seqüências sedimentares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., e SIMPÓSIO SÔBRE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL, 2., 1972, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. p. 21-28. (Volume 3).

GIANNINI, Paulo César Fonseca. Depósitos e rochas sedimentares. In: TEIXEIRA, Wilson. et al (Org.). **Investigando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. cap. 14, p. 285-304. ISBN 85-86238-14-7.

GIANNINI, Paulo César Fonseca; RICCOMINI, Cláudio. Sedimentos e processos sedimentares. In: TEIXEIRA, Wilson et al. (Org.). **Investigando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. cap. 9, p. 167-190. ISBN 85-86238-14-7.

GIANNINI, Paulo César Fonseca; RICCOMINI, Cláudio; MANCINI, Fernando. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, Wilson. et al (Org.). **Investigando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. cap. 10, p. 191-214. ISBN 85-86238-14-7.

GOPINATH, Tumkur Rajarão. Hidrodinâmica de sedimentação dos siliciclásticos da Formação Barreiras na área abrangente entre Campina Grande e João Pessoa, PB. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 14., 1991, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1991. p. 78-81. (Boletim, 12).

GOPINATH, Tumkur Rajarão; COSTA, Cloves Rogério da Silva; SOUSA JÚNIOR, Manoel de Araújo. Minerais pesados e processos deposicionais dos sedimentos da Formação Barreiras, Paraíba. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15., 1993,

Natal. **Atas...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1993. p. 47-48. (Boletim, 13).

GOUDIE, Andrew Shaw. (Ed.). **Encyclopedia of Geomorphology**. London: Routledge, 2004. 2 volumes. 1156 p. Includes bibliographical references and index. ISBN 0-415-32737-7 (Volume one) e ISBN 0-415-32738-5 (Volume two). Trim size: 24,6 x 17,4.

HESP, Patrick. A gênese de cristas de praias e dunas frontais. **Mercator**, Fortaleza, ano 1, n. 2, p. 119-125, 2002. ISSN 1676-8329. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

HÉTU, Bernard. Une géomorphologie socialement utile: la question des risques naturels. In: LAURIN, Suzane; KLEIN, Juan-Luis; TARDIF, Carole (Sous la direction). **Géographie et société: vers une géographie citoyenne**. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec, 2001. Chapitre 3, p. 61-92. (Collection Géographie Contemporaine). ISBN: 2-7605-1090-5.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Área territorial oficial**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtml)>. Acesso em: 14 de agosto de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas da população**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009\\_DOU.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf)>. Acesso em: 22 de agosto de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Biblioteca. **João Pessoa.pdf**. Rio de Janeiro, [19--]. Não paginado. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/paraiba/joao Pessoa.pdf>>. Acesso em: 14 de agosto de 2009. Documentação Territorial do Brasil. Informações sobre o documento: Registro: 920; Município: João Pessoa; Nº do município: 2507507; Estado: Paraíba - PB; Exemplares: 01.

IWASA, Oswaldo Yujiro; FRENDRICH, Roberto. Controle da erosão urbana. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 16, p. 271-281. il., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 85-7270-002-1. Publicação da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

KING, Lester Charles. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 18, n. 2, p. 147-265, abr./jun. 1956. Periódico publicado pelo Conselho Nacional de Geografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

KOHLER, Heinz Charles. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2001. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

LANA, Marcos da Cunha; MILANI, Edison José. A microplaca do Nordeste Brasileiro: um elemento dinâmico no rifteamento cretáceo inferior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986. p. 1131-1137. (Volume, 3).

LIMA FILHO, Mário Ferreira de; CAVALCANTI, Edneida Rabelo; CHAVES, Núbia Siqueira. Feições geológicas e geomorfológicas de uma parte do litoral sul da Paraíba. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 13 e SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 2., 1989, Fortaleza. **Atas...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleos: Fortaleza, Nordeste e Bahia, 1989. p. 90-92. (Boletim, 11).

LIMA, Maria da Guia. **A história do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas.** Natal, 2008. 251 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. (Prof. Dr. Paulo Marcos de Paula Vasconcelos). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos.

LIMA, Wagner Souza; HAMSI JÚNIOR, Gilvan Pio. Bacias sedimentares brasileiras: origem, evolução e classificação. **Phoenix**, Aracajú, ano 5, n. 49, p. 1-10, jan. 2003. ISSN: 1517-7351. Periódico publicado pela Fundação Paleontológica Phoenix.

LIMA, Wagner Souza; HAMSI JÚNIOR, Gilvan Pio. Bacias sedimentares brasileiras: bacias da margem continental. **Phoenix**, Aracajú, ano 5, n. 50, p. 1-7, fev. 2003. ISSN: 1517-7351. Periódico publicado pela Fundação Paleontológica Phoenix.

LINS, Carlos José Caldas. Formas de relevos das regiões tropicais. **Revista de Geografia**, Recife, v. 17, n. 1, p. 40-48, jan./jun. 2001. ISSN: 0104-5490. (Edição especial do IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada). ISSN: 0104-5490. Periódico publicado pelo Departamento de Ciências Geográficas do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

LIRA, Gustavo Arruda Ramalho. **Sistema de informações baseado nas características dos poços de abastecimento público em áreas urbanas litorâneas do estado da Paraíba.** João Pessoa, 2005. 110 f + Referências. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. Alain Marie Bernard Passerat de Silans). Inclui bibliografia, gráficos e tabelas.

LOCZY, Louis de. Aspectos geotectônicos da África Ocidental a leste do golfo da Guiné com referência às conexões estruturais e litológicas entre Brasil e África. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 47-53, mar. 1984. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

MABESOONE, Jannes Markus. Desenvolvimento paleoclimático do Nordeste Brasileiro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7., 1975, Fortaleza. **Atas...** Fortaleza: Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia, 1975. p. 75-93.

MABESOONE, Jannes Markus. Cenozóico nordestino: sistemas e seqüências deposicionais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11., 1984, Natal. **Atas...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1984. p. 142-150.

MABESOONE, Jannes Markus. Episódios tectônicos, seqüências deposicionais, e sua integração, com exemplos do Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. p. 918-933. (Volume, 2).

MABESOONE, Jannes Markus. Novos estudos na Bacia Sedimentar Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Nordeste, 1995. p. 254-256. (Boletim, 14 - Volume, 1).

MABESOONE, Jannes Markus. História geológica da Província Borborema (NE Brasil). **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 15, ano 2, p. 119-129, 2002. ISSN: 0103-2410. Periódico publicado pelo Departamento de Geologia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

MABESOONE, Jannes Markus; BEURLEN, Karl; SILVA, Antônio Campos e. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 173-188, set. 1972. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

MABESOONE, Jannes Markus; NEUMANN, Virgílio Henrique de Miranda Lopes. Mapa geomorfológico de Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Nordeste, 1995. p. 250-253. (Boletim, 14 - Volume, 1).

MARINHO, Eduardo Galliza do Amaral et al. Caracterização geoambiental da área de estudo. In: ROSA, Ricardo de Souza; SASSI, Roberto. (Org.). **Estudo da biodiversidade da Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba (NEPREMAR / DSE / DGEOC / PPGCB / PRODEMA), 2002. cap. 02, f. 06-22., il. color. Inclui bibliografia. Relatório final do projeto apresentado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

MARINHO, Sandra Maria Galliza do Amaral. Estatuto da Cidade: planejamento do desenvolvimento sustentável. João Pessoa, 2006. 97 f. Monografia. (Especialização em Direito Ambiental) - Centro de Ciências Jurídicas da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Msc. Eduardo Galliza do Amaral Marinho). Inclui bibliografia, ilustrações, gráficos e tabelas.

MARTINS, Vânia Paiva. **Análise ambiental e legal do processo de ocupação e estruturação urbana da cidade de João Pessoa/PB, numa visão sistêmica**. João Pessoa, 2006. 146 f. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Área de Concentração: Habitat Humano e Meio Ambiente, Sub - Área de Concentração: Gerenciamento Ambiental) - Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - SubPrograma Universidade Federal da Paraíba / Universidade Estadual

da Paraíba. (Orientadores: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima e Prof. Dr. Edson Leite Ribeiro). Inclui bibliografia, ilustrações coloridas e mapas coloridos.

MATTOS, Sérgio Henrique Vannucchi Lemes de; PEREZ FILHO, Archimedes. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 5, n. 1, p. 11-18, 2004. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; PETTA, Reinaldo Antonio; DUARTE, Cynthia Romariz. Estudo do meio físico para avaliação da vulnerabilidade à ocupação humana do município de Parnamirim (RN), utilizando técnicas de geoprocessamento. **Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 239-253, 2005. ISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

MELO, Mário Lacerda de. **Paisagens do Nordeste em Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Geografia, 1958. 325 p. (Guia da excursão n. 7 realizada por ocasião do XVIII Congresso Internacional de Geografia).

Melo, Nivaneide Alves de. **Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica do rio Cuia, João Pessoa-PB**. Recife, 2001. 68 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho).

MENDES, Josué Camargo. Evolução da classificação estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 371-372, dez. 1986. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

MIRANDA, Evaristo Eduardo. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 11 de novembro de 2009.

MIRANDA, Luiz Bruner de; CASTRO, Belmiro Mendes de; KJERFVE, Björn. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002. 424 p. (Acadêmica, 42).

MOHRIAK, Webster Ueipass. Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: CARLOS, Luiz Augusto Bazzi et al. (Org.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e Serviço Geológico do Brasil - SGB, 2003. Cap. 3, p. 87-168. il. color., Inclui bibliografia. ISBN 85-230-0790-3.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistema**: a história de uma procura. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001. 127 p. ISBN 85-7244-144-1.

MONTEIRO, Vilma dos Santos Cardoso. **Pequena história da Paraíba**. João Pessoa: UFPB/Editora Universitária, 1975. 172 p.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma Geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1999. 229 p. (Geografia: Teoria e Realidade; 47). ISBN 85-271-0499-7.

MORAIS NETO, João Marinho de; ALKMIM, Fernando Flecha de. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 95-106, mar. 2001. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

MOREIRA, Ceres Virgínia Rennó; PIRES NETO, Antonio Gonçalves. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 5, p. 69-85. il., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 85-7270-002-1. Publicação da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

MULTISERVICE. **Estudo de impacto ambiental do complexo turístico Costa do Sol**. João Pessoa, 1989. v. 1. (5.5.2 - meio ambiente: estudo de impacto ambiental). Paginação por item. Interessado: Empresa Paraibana de Turismo S. A.- PBTUR - Processo: Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA Nº: 230/1988 e 950/1996.

MUNIZ, Geraldo da Costa Barros. **Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Recife: Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, 1993. 202 p. (Publicação Especial Nº 1).

NASCIMENTO, Vânia Maria Lima Carneiro. **Cartografia das áreas favoráveis à ocupação urbana no município de João Pessoa / PB utilizando sistema de informações geográficas**. João Pessoa, 2008. 126 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. (Orientadores: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima e Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos).

NEVES, Benjamim Bley de Brito. Aspectos hidrogeológicos dos depósitos correlativos do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. p. 35-43. (Volume, 2).

NEVES, Benjamim Bley de Brito et al. Geocronologia da Borborema 1995: os fatos e as questões abertas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Nordeste, 1995. p. 410-413. (Boletim, 14 - Volume, 2).

NEVES, Benjamim Bley de Brito et al. O “Sistema Pajeú-Paraíba” e o “Maciço” São José do Campestre no leste da Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 173-184, jun. 2001. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

NEVES, Benjamim Bley de Brito Neves et al. A Zona Tectônica Teixeira Terra Nova - ZTTN - fundamentos da geologia regional e isotópica. **Geologia USP: Série Científica**,

São Paulo, v. 5, n. 1, p. 57-80, jun. 2005. ISSN 1519-874X. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

NEVES, Benjamim Bley de Brito et al. Novos dados geológicos e geofísicos para a caracterização geométrica e estratigráfica da sub-bacia de Alhandra (sudeste da Paraíba). **Geologia USP: Série Científica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 36-87, 2009. ISSN 1519-874X. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

NORTHFLEET, Airton Adolpho. et al. Análise comparativa da paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1-2, p. 1-18, jan/dez. 1997. ISSN: 0102-9304. Periódico publicado pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

OJEDA, Hildeberto Alejandro Ojeda y. Estrutura e evolução das bacias mesozóicas emersas da margem continental brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 71-83, jun. 1983. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

OLIVEIRA, Francisco Borges de. **Degradação do meio físico e implicações ambientais na Bacia do Rio Jaguaribe - João Pessoa - PB**. Recife, 2001. 93 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientadora Profa. Dra. Margareth Mascarenhas Alheiros). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos (2 mapas coloridos).

PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge Olmos Iturri. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap. 2, p. 59-122. ISBN 85-286-0573-6.

PASSOS, Everton; BIGARELLA, João José. Superfícies de erosão. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. cap. 3, p. 107-141. ISBN 85-286-0670-8.

PEULVAST, Jean-Pierre; SALES, Vanda Claudino. Aplainamento e geodinâmica: revisitando um problema clássico em geomorfologia. **Mercator**, Fortaleza, ano 1, n. 1, p. 113-150, 2002. ISSN 1676-8329. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana do Recife**. Recife, 2007. 120 f. Tese (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Profa. Dra. Margareth Mascarenhas Alheiros). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos (mapas coloridos).

PINTON, Leandro de Godoi; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da. Avaliação da dinâmica dos processos erosivos lineares e sua relação com a evolução do uso da terra. **Geociências**,

São Paulo, v. 27, n. 3, p. 329-343, 2008. eISSN 1980-900X / pISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

PRESS, Frank; SIEVER, Raymond; GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas Hillman. As paisagens: interação da tectônica e do clima. In: **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. cap. 18, p. 449-467. il. color., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 0-7167-9617-1. Título original: *Understanding Earth*. Tradução coordenada por Rualdo Menegat.

PRESS, Frank; SIEVER, Raymond; GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas Hillman. Dispersão de massa. In: **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. cap. 12, p. 291-310. il. color., fig., tab. Inclui bibliografia. ISBN 0-7167-9617-1. Título original: *Understanding Earth*. Tradução coordenada por Rualdo Menegat.

RAFAEL, Renata de Araújo et al. Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 819-826. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/>> sbsr@80/2008/11.18.00.12/doc/819-826.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2009.

RICCOMINI, Cláudio; GIANNINI, Paulo César Fonseca; MANCINI, Fernando. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, Wilson. et al (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. cap. 10, p. 191-214., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 85-86238-14-7.

RIOS-NETTO, Aristóteles de Moraes. Caracterização bioestratigráfica do limite Oligoceno - Mioceno nas bacias marginais brasileiras. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 407-411, dez. 1993. INSS: 0001-3765.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p. 69-77, 2001. ISSN 0102-4582. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - USP.

RODRIGUEZ, Janete Lins; DROULERS, Martine. **João Pessoa**: crescimento de uma capital. João Pessoa: Fundação Casa de José Américo, 1981. 64 p.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, ano 1, n. 1, p. 95-112, 2002. ISSN 1676-8329. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap. 6, p. 291-336. ISBN 85-286-0573-6.

ROSSETTI, Dilce de Fátima. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 9, p. 247-283., il. color., 21 cm x 28 cm. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-86238-65-9.

RUFINO, Iana Alexandra Alves. **Gestão de recursos hídricos em ambientes urbanos costeiros: modelagem e representação do conhecimento em sistemas de informação geográfica**. Tese. 2004. 166 f. Tese. (Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande. (Orientadores: Prof. Dr Vajapeyam Srirangachar Srinivasan e Prof. Dr Carlos de Oliveira Galvão). Inclui bibliografia, gráficos e tabelas.

SÁ, Emanuel Ferraz Jardim de. A evolução proterozóica da Província Borborema. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11., 1984, Natal. **Atas...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1984. p. 297-316.

SÁ, Emanuel Ferraz Jardim de. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasiliiana / Pan-Africana. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Nordeste, 1995. p. 394-398. (Boletim, 14 - Volume, 2).

SALIM, José; LIMA, Maria do Socorro; MABESOONE, Jannes Markus. Vales estruturais no litoral leste do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 6., 1974, Maceió. **Atas...** Maceió: Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. p. 41-48.

SANTOS, Cristiano Aprígio dos. **Análise da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais na área estuarina de Itapessoca, Goiana - PE**. Recife, 2007. 109 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geografia - Área de Concentração em Análise Regional) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa). Inclui bibliografia, gráficos, fotografias, tabelas e anexos (mapa colorido).

SANTOS, José Cavalcanti dos; PEDROSA, Ioman Leite. **Coletânea da legislação ambiental, dos recursos hídricos e minerais do estado da Paraíba**. João Pessoa: A União, 2001. 563 p. CDU: 556(813.3).

SILVA FILHO, Marinho Alves. A Província Borborema: nova abordagem geotectônica. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Atas...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1995. p. 384-390. (Boletim, 14 - Volume, 2).

SILVA, Luiz Carlos da et al. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte III: províncias Borborema, Mantiqueira meridional e Rio Negro-Jurena. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 529-544, dez. 2002. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

SILVA, Wanderlei Sergio da. **Proposição de índice de qualidade ambiental de vida municipal**. Rio Claro, 2006. 132 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração: Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “campus” de Rio Claro. (Orientador Prof. Dr. Leandro Eugenio da Silva Cerri).

SOARES, Paulo Valladares. **As inter-relações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul**. Campinas, 2005. 192 f. Tese (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Administração e Política de Recursos Minerais) - Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. (Orientadora Prof. Dr. Sueli Yoshinaga Pereira). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos (mapa colorido).

SOUZA, Celia Regina de Gouveia. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 6, n. 1, p. 45-61, 2005. ISSN 1519-1540. Periódico publicado pela União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

SUGUIO, Kenitiro. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Geologia USP: Série Didática**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 01-40, 2003. ISSN 1677-7549. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

SUGUIO, Kenitiro et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273-286, ago. 1985. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

SUGUIO, Kenitiro; BIDEGAIN, Juan Carlos; MÖRNER, Nils-Axel. Dados preliminares sobre as idades paleomagnéticas do Grupo Barreiras e da Formação São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 171-175, jun. 1986. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

SUGUIO, Kenitiro; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a formação (ou grupo?) barreiras do neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. **Geociências**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, jul./dez., 1999. ISSN 0101-9082. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, “campus” de Rio Claro.

SZATMARI, Peter et al. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 180-188, jun. 1987. ISSN 0375-7536. Periódico publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia - SBG.

TESSLER, Moysés Gonzalez; GOYA, Sâmara Cazzoli y. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 11-23, 2005. ISSN 0102-4582. Periódico publicado pelo Departamento de

Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - USP.

TRICART, Jean. Problemas Geomorfológicos do Litoral Oriental do Brasil. **Boletim Baiano de Geografia**, Salvador, ano 1, n. 1, p. 5-39, 1960. Periódico publicado pela Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB, núcleo de Salvador.

TRICART, Jean. As zonas morfoclimáticas do Nordeste brasileiro. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, ano 22, n. 179, p. 184-190, mar-abr. 1964. Periódico publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Artigo originalmente publicado no periódico *Notícia Geomorfológica*, Campinas, ano 6, n. 3, p. 17-25, ago. 1960.

TRICART, Jean. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 8, n. 15, p. 5-18, jun. 1968. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCAMP.

TRICART, Jean. A Geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, ano 34, n. 251, p. 15-42, out./dez. 1976. Periódico publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

TROPPMAIR, Helmut; MNICH, Juergen. Cartas geomorfológicas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 9, n. 17, p. 43-51, jun. 1969. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCAMP.

TUMA, Lanusse Salim Rocha. **Mapeamento geotécnico da Grande João Pessoa-PB**. São Paulo, 2004. 195 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (Orientador Prof. Dr. Lindolfo Soares). Inclui bibliografia, gráficos, tabelas e anexos (13 mapas coloridos).

VALADÃO, Roberto Célio; DOMINGUEZ, José Maria Landim. King e a Geomorfologia do Brasil Oriental: uma reavaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. p. 511-513. (Volume 2 - sessões temáticas).

VALENÇA, Lúcia Maria Mafra et al. Argilominerais das capas de intemperismo da faixa costeira Pernambuco-Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. p. 484-486. (Volume 2 - sessões temáticas).

VERONA, Juliana Augusta; GALINA, Márcia Helena; TROPPMAIR, Helmut. Geografia e questões ambientais. **Mercator**, Fortaleza, ano 2, n. 4, p. 87-97, 2003. ISSN 1676-8329. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará - UFC.

VICALVI, Marco Aurélio. Estratigrafia carbonática dos sedimentos do Quaternário da margem continental N-NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 3, p. 465-472, set. 1986. INSS: 0001-3765.

VICENTE, Luiz Eduardo; PEREZ FILHO, Archimedes. Abordagem sistêmica e Geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003. pISSN 0100-7912 / eISSN 1983-8700. Periódico publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP “Campus” de Rio Claro e pela Associação de Geografia Teórica - AGETEO.

VITTE, Antonio Carlos. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 105-118, 2005. ISSN 0102-4582. Periódico publicado pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - USP.

XAVIER, Marinete Walter. **Caracterização geomorfológica, sedimentológica e aspectos ambientais do litoral de Goiana, Pernambuco**. Recife, 2007. 76 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann). Inclui bibliografia, ilustrações color, gráficos, tabelas e anexos.