

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

ESTUDOS SOBRE A INSTABILIDADE DO TERRENO NOS BAIRROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO, MACEIÓ (AL)

Volume II
RELATÓRIOS TÉCNICOS
E. Aspectos Geomorfológicos e do Histórico
de Ocupação do Bairro

Rio de Janeiro, maio de 2019



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

ESTUDOS SOBRE A INSTABILIDADE DO TERRENO NOS BAIRROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO, MACEIÓ (AL)

Volume II
RELATÓRIOS TÉCNICOS
E. Aspectos Geomorfológicos e do Histórico
de Ocupação do Bairro

Autoria

Marcelo Eduardo Dantas

Loury Bastos Mello

Heródoto Goes

Vanderson Ribeiro de Assis Lima (estagiário de Geologia)

Walber Mendes Gama (Defesa Civil de Maceió)

Rio de Janeiro, maio de 2019

COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT): Antônio Carlos Bacelar Nunes

COORDENAÇÃO TÉCNICA-EXECUTIVA

Coordenador-Geral: Thales de Queiroz Sampaio

Coordenação técnica: Maria Adelaide Mansini Maia e Jorge Pimentel, Departamento de Gestão Territorial (DEGET)

Assessoria: Helion França Moreira e Ricardo Moacyr de Vasconcellos, Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT)

Estudos de geologia aplicada: Sandra Fernandes da Silva, Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)

Estudos de geomorfológicos e historicidade da ocupação: Marcelo Eduardo Dantas, Divisão de Gestão Territorial (DIGATE)

Estudos hidrogeológicos: Fernando Antônio Carneiro Feitosa, Departamento de Hidrologia (DEHID)

Estudos geofísicos: Lucia Maria da Costa e Silva, Gerência de Geologia e Recursos Minerais/Sup. Reg.de Belém (GEREMI/SUREG-BE), e Luiz Gustavo Rodrigues Pinto, Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica (DISEGE)

Estudos batimétricos: Hortência Assis, Divisão de Geologia Marinha (DIGEOM)

Estudos cartográficos: Fabio Costa, Divisão de Cartografia (DICART)

Modelagem geológica em ambiente 3D: Ricardo Wosniak e Eduardo Grissolia, Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE)

Geoprocessamento: Denilson de Jesus, Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)

EQUIPE TÉCNICA

Alexandre Borba (Geólogo)

Alexandre Lago (Geólogo)

Amaro Luiz Ferreira (Geólogo)

Bruce Fabini Franco Chiba (Geofísico)

Bruno Elldorf (Geólogo)

Cipriano Gomes de Oliveira (Téc. em Geociências)

Daniel Moreira (Eng. Cartógrafo)

Dario Dias Peixoto (Geólogo)

Denilson de Jesus (Eng. Cartógrafo)

Eduardo Moussalle Grissolia (Geólogo)

Eugênio Pires Frazão (Geólogo)

Fábio Silva da Costa (Eng. Cartógrafo)

Fernando Antônio Carneiro Feitosa (Geólogo)

Fernando Lúcio Borges Cunha (Geólogo)

Giana Grupioni Rezende (Eng. Cartógrafo)

Gilmar Pauli Dias (Geólogo)

Heródoto Goes (Geólogo)

Hiran Silva Dias (Analista de sistemas)

Hortência Maria Barboza de Assis (Geóloga)

Ítalo Prata de Menezes (Geólogo)

Ivan Soares dos Santos (Téc. em Geociências)

Jairo Jamerson Correia de Andrade (Geofísico)

João Batista Freitas de Andrade (Geólogo)

Jorge Pimentel (Geólogo)

Jose Antônio da Silva (Geólogo)

Juliana Moraes (Geóloga)

Júlio Cesar Lana (Geólogo)

Larissa Flávia Montandon Silva (Geóloga)

Leandro Galvanese Kuhlmann (Geólogo)

Loury Bastos Mello (Geóloga)

Lúcia Maria da Costa e Silva (Geóloga)

Luiz Antônio R. Almendra (Téc. em Geociências)

Luiz Gustavo Rodriguez Pinto (Geofísico)

Marcelo Ambrósio Ferrassoli (Geólogo)

Marcelo de Queiroz Jorge (Geólogo)

Marcelo Eduardo Dantas (Geógrafo)

Marcio Junger Ribeiro (Téc. em Geociências)

Márcio Martins Valle (Oceanógrafo)

Maria Adelaide Mansini Maia (Geóloga)

Marília de Araújo Costa Rodrigues (Geofísica)

Nilo Costa Pedrosa Júnior (Geólogo)

Patrícia Durringer Jacques (Geóloga)

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (Geólogo)

Rafael Corrêa de Melo (Geólogo)

Ricardo Cavalcanti Santiago (Geofísico)

Ricardo Duarte de Oliveira (Eng. Cartógrafo)

Ricardo Wosniak (Geólogo)

Roberto Gusmão de Oliveira (Geólogo)

Rodrigo Luiz Gallo Fernandes (Geólogo)

Ronaldo Gomes Bezerra (Geólogo)

Rubens Esteves Kenup (Eng. Cartógrafo)

Rubens Pereira Dias (Geólogo)

Sandra Fernandes da Silva (Geóloga)

Thales de Queiroz Sampaio (Geólogo)

Thiago Dutra dos Santos (Geólogo)

Tiago Antonelli (Geólogo)

Valter José Marques (Geólogo)

Vanildo Almeida Mendes (Geólogo)

Victor Augusto Hilquias Silva Alves (Geólogo)

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO

Warley Aparecido Pereira (Jornalista)
Letícia de Barros Alves Peixoto (Jornalista)
Pedro Henrique Pereira dos Santos (Comunicador Organizacional)

ASSESSORIA JURÍDICA

Vilmar Medeiros Simões (Consultor Jurídico)

COLABORAÇÃO E AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Aderson Farias do Nascimento, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Prof. Dr. André Etienne Ferraz, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Prof. Dr. André Ferrari, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Prof. Dr. Emanuel Jardim de Sá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Geólogo Guilherme Estrela, Ex-diretor de Exploração e Produção da Petrobras
Prof. Dr. Luiz Antônio Pieranttoni Gamboa, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Geólogo Ricardo Latgé Milwart de Azevedo, Conselho-Diretor do Clube de Eng. e Conselheiro do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA-RJ)
Prof. Me. Abel Galindo Marques, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Profa. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Prof. Me. Nagib Charone, Universidade Federal do Pará (UFPA)
Governo do Estado de Alagoas
Prefeitura de Maceió
Defesa Civil Nacional
Defesa Civil do Estado de Alagoas
Defesa Civil de Maceió
59º Batalhão de Infantaria Motorizada
Equatorial Energia Alagoas
United States Geological Survey (USGS)

APOIO CPRM

Coordenação de Eventos e Cerimonial (DIG)	Divisão de Cartografia (DICART)
Departamento de Gestão Territorial (DEGET)	Divisão de Informática (DIINFO)
Departamento de Hidrologia (DEHID)	Superintendência Regional de Belém (SUREG-BE)
Departamento de Administração de Material e Patrimônio (DEAMP)	Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG-BH)
Departamento de Contabilidade, Orçamento e Finanças (DECOF)	Superintendência Regional de Goiânia (SUREG-GO)
Departamento de Informações Institucionais (DEINF)	Superintendência Regional de Manaus (SUREG-MA)
Divisão de Editoração Geral (DIEDIG)	Superintendência Regional de Recife (SUREG-RE)
Divisão de Gestão Territorial (DIGATE)	Superintendência Regional de Salvador (SUREG-SA)
Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)	Superintendência Regional de São Paulo (SUREG-SP)
Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica (DISEGE)	Residência de Fortaleza (REFO)
Divisão de Geologia Marinha (DIGEOM)	Residência de Porto Velho (REPO)
Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE)	Residência de Teresina (RETE)
Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)	Escritório do Rio de Janeiro
	Sede Administrativa Brasília/DF

APRESENTAÇÃO

Historicamente, o bairro Pinheiro, localizado no município de Maceió (AL), vem apresentando inúmeras fissuras, trincas, rachaduras e afundamentos em moradias e vias públicas. O fenômeno se intensificou com a forte chuva de verão de 15 fevereiro de 2018 e o evento sísmico de magnitude regional igual a 2,4 de 3 de março de 2018 ocorridos na região, que levaram inclusive à interdição de diversas moradias.

Em decorrência, foi solicitada a presença de técnicos do Serviço Geológico do Brasil - CPRM por meio dos ofícios nº 044/2018 – CEDEC-AL e nº 34/2018 – PJC/MPE/AL para auxiliar na investigação das causas do fenômeno responsável pelos danos gerados a alguns imóveis e vias públicas localizados no bairro Pinheiro, posteriormente identificados também nos bairros vizinhos do Mutange e Bebedouro, o que levou à extensão da investigação.

Os resultados obtidos até a presente data pelos diversos métodos investigativos utilizados pela CPRM no período de junho de 2018 a abril de 2019 estão organizados nos seguintes três volumes, com pormenores sobre a metodologia utilizada, de modo a responder a portaria MME nº 20 de 11 de janeiro de 2019, que se refere à designação do Serviço Geológico do Brasil para elucidar as causas do fenômeno.

➤ **Volume I – Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL): relatório síntese dos resultados nº 1.**

Apresenta os principais resultados obtidos nas investigações de forma resumida e adequada ao público não especialista.

➤ **Volume II – Relatórios Técnicos**

Compreende os seguintes relatórios que embasaram o volume I, que poderão sofrer seja atualização, seja aprofundamento, com o avanço dos trabalhos ou aquisição de novas informações:

- A. Mapa de feições de instabilidade do terreno
- B. Levantamento interferométrico
- C. Levantamento cartográfico
- D. Aspecto geológico e estrutural
- E. Aspecto geomorfológico e do histórico de ocupação do bairro
- F. Caracterização geológico-geotécnica
- G. Geofísica – Radar de Penetração do Solo (GPR) em residências e em vias públicas
- H. Geofísica – Batimetria na lagoa Mundaú
- I. Geofísica – Eletrorresistividade

- J. Geofísica – Gravimetria
- K. Geofísica – Audiomagnetotélurico (AMT)
- L. Geofísica – Sismologia
- M. Hidrogeologia
- N. Integração de dados geológicos e de extração de sal em ambiente 3D

➤ **Volume III – Sistema de Informações Geográficas**

Reúne as informações vetoriais e matriciais georreferenciadas (geoinformação) utilizadas ou geradas pelo presente estudo, organizadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG), para uso em *softwares* de geoprocessamento. Os dados estão no formato *shapefile*, com projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) 25S, Datum SIRGAS2000.

SUMÁRIO

1. ASPECTOS DO RELEVO	7
INTRODUÇÃO	7
CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE RELEVO DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ	8
MORFOTECTÔNICA.....	16
CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	18
CONCLUSÕES	19
2. PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE O BAIRRO PINHEIRO E ÁREAS VIZINHAS .	20
INTRODUÇÃO	20
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SÍTIO URBANO DOS BAIROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO	20
PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE OS TABULEIROS DA FORMAÇÃO BARREIRAS	23
PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE O BAIRRO PINHEIRO	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
3. ANÁLISE HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO URBANA DE MACEIÓ/AL COM ENFOQUE PARA OS BAIROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO	31
INTRODUÇÃO	31
A CONFIGURAÇÃO DO ESPAÇO URBANO DO MACEIÓ E OS VETORES DE EXPANSÃO URBANA.....	32
O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DOS BAIROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO	36
AS CARACTERÍSTICAS ORIGINAIS DO SÍTIO URBANO DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
AGRADECIMENTOS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNCIDES.....	46
APÊNDICE A – MAPA HIPSOMÉTRICO DA FAIXA COSTEIRA CENTRAL DE ALAGOAS	46
APÊNDICE B1 – PERFIS TOPOGRÁFICOS	47
APÊNDICE B2 - PERFIS TOPOGRÁFICOS	48

1. ASPECTOS DO RELEVO

INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo avaliar as características morfológicas e origem do modelado da região costeira de Maceió, onde se encontra localizado o bairro Pinheiro. Pretende-se com isso investigar os elementos presentes no relevo da região que possam estar associados ou até mesmo relacionados com os fenômenos de trincas e subsidência registrada no bairro Pinheiro e seu entorno. Portanto, realizou-se o enquadramento geomorfológico do nordeste do Brasil, estado de Alagoas, Maceió, bairro Pinheiro e entorno.

A morfologia de superfície refere-se às paisagens formadas através do tempo em função dos processos geológicos, hidrológicos e antrópicos nas áreas urbanizadas. Dessa maneira, os aspectos estruturais e litoestratigráficos em conjunto com a dinâmica fluvial e processos deposicionais quaternários holocênicos de aproximadamente 5 mil anos, são fatores determinantes para a formação dos diversos padrões de relevo observados ao longo do município de Maceió.

Modelos atuais da evolução geomorfológica no Nordeste Brasileiro sugerem que o processo evolutivo se deu de maneira muito mais complexa que os modelos propostos inicialmente, baseados em ciclos de pediplanação¹, acompanhados por fases de dissecação e ocorrências de epirogenias pós-cretácicas (Bigarella *et al*, 1965). Análise de indicadores morfotectônicos gerados no rifteamento intracontinental de idade mesozoico, acompanhado de subsidência e abertura oceânica, resultou na formação de estruturas extensionais/falhamentos normais que deram origem as bacias sedimentares da margem continental brasileira. O controle morfotectônico proposto pela neotectônica, em eventos mais recentes cenozoicos, estabelece uma tendência direcional sobre os sistemas de drenagem fluvial, condicionamento dos vales e deformação das rochas quaternárias, representadas na área pelo Grupo Barreiras (Maia e Bezerra, 2011).

¹ Pediplanação: É o processo que leva, em regiões de clima árido a semiárido, ao desenvolvimento de áreas aplainadas, ou então superfícies de aplainamento. O pediplano desenvolve-se por processo erosivo com retração lateral das escarpas das vertentes, típico de climas áridos a semiáridos, com coalescência e expansão de áreas planas pelo acúmulo de material detrítico em sua base, formando rampas suaves em direção ao fundo dos vales, denominadas pedimentos e rocha nua na frente de leques aluvionares. Arrasada a região montanhosa, o pediplano amplia-se até sobrerem somente raros testemunhos das zonas mais elevadas na superfície de aplainamento (Ab' Saber, 1969).

A geomorfologia litorânea do Nordeste brasileiro é caracterizada por um relevo de planícies marinhas, intercaladas com ambientes estuarinos e lagunares, associados a manguezais, que ocorrem em cotas próximas ao nível do mar, controlados por um ciclo de sedimentação quaternária. E sobre os sedimentos areno-argilosos mal consolidados do Grupo Barreiras, desenvolvem-se os tabuleiros preservados e dissecados, com escarpas e rebordos erosivos íngremes (Santos et al., 2013).

Para um melhor entendimento do contexto geomorfológico da Faixa Costeira Central do estado de Alagoas e do bairro Pinheiro, e seu entorno, foram utilizados métodos de fotointerpretação de imagens aéreas de drone (**VOLUME II.C**), imagens de satélite do Google Earth, MDE provenientes de imagens de Radar (resolução de 2,5m e 12,5m) no software ArcGis 10.6, com o auxílio de um sistema de informação geográfica, em concomitância com a análise de mapas geológico e pedológico, pesquisa bibliográfica sobre a geomorfologia e demais aspectos físicos da região mapeada. Para validação e refinamento do mapa de padrões do relevo in situ, foi realizado o levantamento hipsométrico em pontos estratégicos a partir da coleta dos dados de elevação planialtimétrica e da declividade das encostas com o auxílio do equipamento Hipsômetro *True Pulse*.

Para a análise geomorfológica do município foi elaborado um mapa de padrões de relevo conforme metodologia preconizada por Dantas (2013), com base no emprego de Biblioteca de Padrões de Relevo (Dantas, 2017). Para definição e mapeamento de padrões de relevo, foram adotados os 3º e 4º táxons da metodologia de Ross (1992), com base em interpretação de mosaico de ortofotos digitais e de radar acopladas com modelo digital de terreno em escala 1:25.000. Deste modo, foram individualizadas as unidades morfoestruturais e morfoesculturais e os padrões de relevo ao longo do município. Por fim, foram realizadas duas semanas de trabalho de campo para aferição do mapeamento elaborado e análise dos processos geomorfológicos atuantes na região (**APENDICE A – VOLUME II.E**).

CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE RELEVO DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ

A partir de uma análise regional, pode-se considerar que o relevo do município de Maceió é constituído por três distintas unidades geomorfológicas (Lima, 1990; Ferreira et al., 2016): os *Patamares Orientais da Borborema*, esculpidos em rochas metamórficas de idade Pré-Cambriana da Província Borborema; os *Tabuleiros*

Costeiros, modelados em rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras; e a *Planície Costeira de Alagoas*, elaborada sobre coberturas sedimentares quaternárias, de origem fluvial, fluvio-marinha ou marinha.

Os Patamares Orientais da Borborema alcançam apenas uma pequena porção no extremo norte do município, sob a forma de morros baixos (**R4a2**) e morros altos (**R4b1**) alinhados e pequenas cristas controladas por condicionantes litoestruturais do substrato cristalino, com 200 a 280 metros de altitude e apresentando vertentes de declividade moderada, entre 15 e 25° e amplitudes de relevo entre 100 e 200 metros.

Os Tabuleiros Costeiros abrangem a maior parte do município de Maceió e apresentam dois padrões de relevo contrastantes, marcados pela densidade de drenagem e a intensidade de dissecação: os tabuleiros conservados (**R2a1**) e os tabuleiros dissecados (**R2a2**). A delimitação entre os dois padrões de tabuleiros é abrupta, demarcada pelo vale do rio Jacarecica e pelo alto vale do rio Pratagy. A vasta superfície do topo dos tabuleiros apresentam cotas que variam entre 40 e 110 metros, sob a forma de um extenso plano que mergulha muito suavemente em direção ao litoral.

A malha urbana de Maceió se expande pelos terrenos planos dos tabuleiros conservados sulcados por episódicos vales encaixados (**R4f**) (vide vale do Reginaldo). Tais vales apresentam encostas declivosas com 20 a 35° de declividade e amplitudes de relevo entre 30 e 70 metros. Já os tabuleiros dissecados são escavados por uma rede de alta densidade de drenagem apresentando muitos vales encaixados e remanescentes da superfície tabular em alguns topos. Os fundos de vales principais apresentam amplas planícies fluviais (**R1a**), tais como os rios Pratagy e Meirim. Ressaltam-se ainda, no contato entre os tabuleiros conservados e as planícies circundantes, as vertentes curtas e declivosas dos rebordos erosivos junto à lagoa Mundaú e as paleofalésias voltadas para a linha de costa. Por fim, destaca-se a ocorrência de zonas abaciadas sobre o topo dos tabuleiros, sendo a mais expressiva no Tabuleiro dos Martins. Tal inusitado fato geomorfológico será melhor descrito mais adiante.

A Planície Costeira de Alagoas compreende um conjunto de ambiente deposicionais de idade recente (holocênica) constituído por planícies marinhas (**R1e**) revestidas originalmente por restingas, junto à linha de costa atlântica; por planícies fluvio-marinhas (**R1d1**) revestidas originalmente por manguezais, junto à margem da lagoa Mundaú, além de planícies fluviais (**R1a**), as planícies de brejos da desembocadura do rio Mundaú (**R1d2**) e dos recifes de arenito de praia (**R1g**) ao largo da linha de costa. Sobre

as planícies marinhas ocorrem, de forma restrita, processos de retrabalhamento eólico gerando campos de dunas (**R4f**), podendo ser dunas frontais ou nebka.

A partir da elaboração do mapa de feições geomorfológicas no município de Maceió, elaborado na escala 1:25.000, foi possível identificar e delimitar onze subunidades de padrões de relevo, com base na biblioteca de padrões de relevo proposta por Dantas (2017) (Fig. 1):

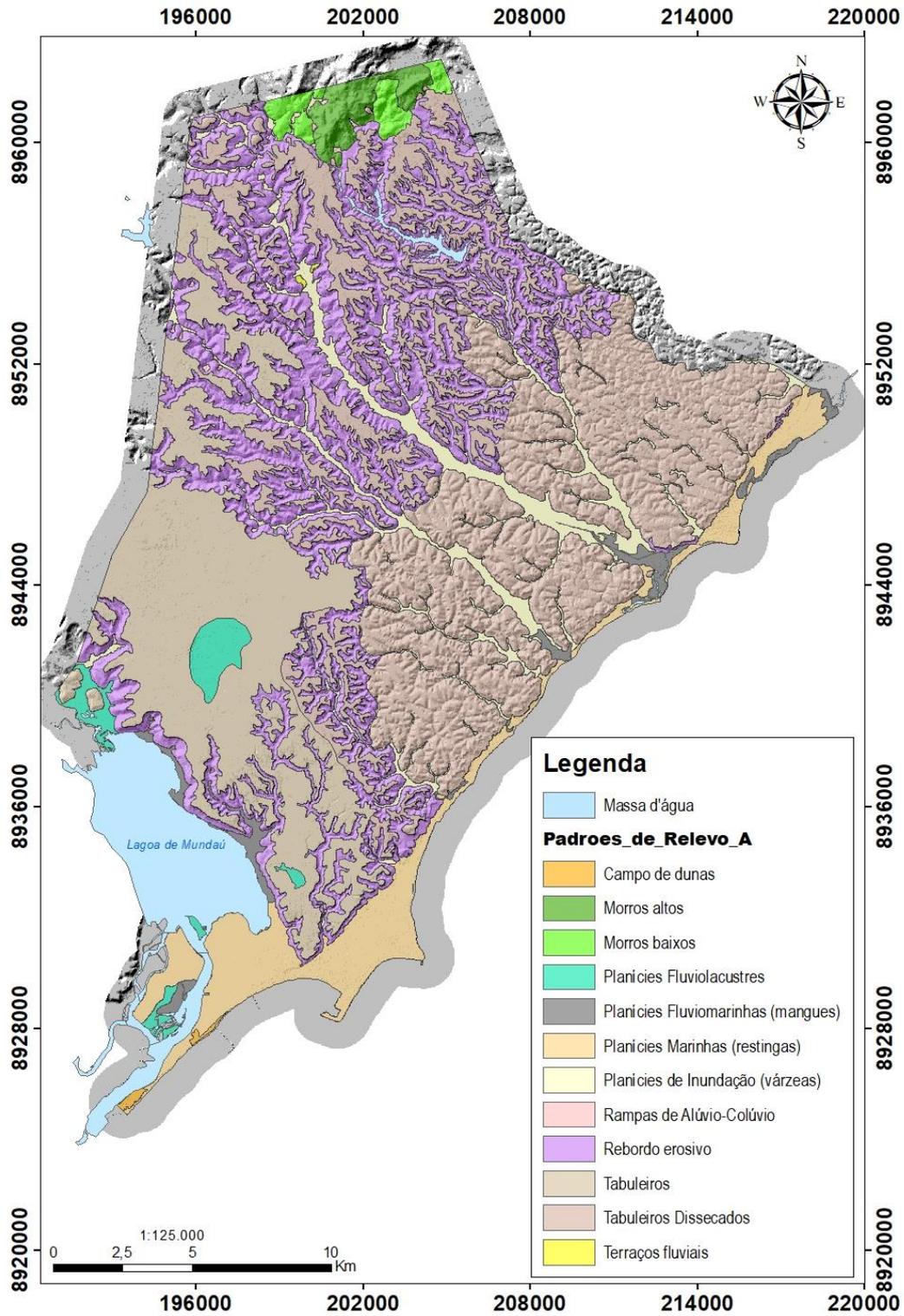


Figura 1: Mapa de padrões de relevo do município de Maceió (Modificado de CPRM - Geoambiente, 2014).

- Planícies Marinhas;
- Planícies Fluviolacustres;

- Planícies Fluviomarinhas (mangues);
- Planícies de Inundação (várzea);
- Tabuleiros;
- Tabuleiros Dissecados;
- Campos de Dunas (dunas fixas);
- Rebordos Erosivos;
- Morros Altos;
- Morros Baixos;
- Rampas de Alúvios-Colúvio.

▪ Planícies Marinhas: são caracterizadas como relevo de agradação e zonas de acumulação atual, onde se desenvolveram os bairros Jatiúca, Ponta Verde e Pajuçara. A construção de calçadões sobre o ambiente de praia propicia o desenvolvimento de áreas propensas a processos erosivos costeiros, causado pela abrasão das ondas. Apresentam-se as superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, exibindo o microrrelevo ondulado, formados por processos de sedimentação marinha; são terrenos bem drenados e não inundáveis sobre cordões arenosos ao longo do ambiente de praia, definidos por uma sedimentação controlada por depósitos arenosos finos, com algumas faixas de partículas mais finas, siltos-argilosas, quando é recortada pelos canais de maré (Fig. 2A).

▪ Planícies Fluviolacustres: são caracterizadas pelas superfícies planas adjacentes à Lagoa de Mundaú (Fig. 2B), de interface com os sistemas deposicionais fluviais e lacustres, constituídas de depósitos argilosos a argiloarenosos em terrenos mal drenados, frequentemente inundados, associadas às planícies fluviomarinhas de manguezal, com baixa capacidade de suporte dos terrenos inconsolidados. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas aplainadas ou em baixos interflúvios, denominados áreas de acumulação inundáveis ocorrem sobre os sedimentos inconsolidados do Grupo Barreiras, no topo dos tabuleiros. No tabuleiro do Martins foi possível identificar uma antiga bacia endorreica, que passou por um processo de aterramento e ocupação, submetida, em 1997, a obras de macrodrenagem para o desvio de água pluvial que causava alagamentos no bairro, mudando sua dinâmica para uma bacia exorreica, conectada ao sistema de drenagem fluvial da bacia hidrográfica do rio Jacarecica. Assim como no bairro Tabuleiro dos Martins, foram identificadas áreas abaciadas de menor expressão no bairro Pinheiro, que correspondem a antigas lagoas efêmeras.

- Planícies Fluviomarinhas: são determinadas por ambientes de baixa energia, pouco declivosos, praticamente planos, e sedimentos ricos em matéria orgânica (Fig. 2C). Trata-se de um relevo de agradação, em uma zona de acumulação atual, caracterizada por sedimentos argilosos orgânicos dominados por maré, sobre superfícies planas com sistema deposicional na interface continente-oceano, e com terrenos de baixa resistência, ou seja, baixa capacidade de carga. Associado aos canais de maré, rios e lagunas estuarinas que recortam a planície costeira, esse ambiente é facilmente identificado pela abundante vegetação de mangue. Foi possível identificar áreas de mangues desmatadas e posteriormente aterradas com a expansão urbana e inserção de bairros e comunidades, nas áreas adjacentes à Lagoa Mundaú e nos ambientes estuarinos mais a NE do município.
- Planícies de Inundação: são superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos a argilosos, situados nos fundos de vales (Fig. 2D). Apresentam características morfométricas, tanto de declividade, como de altitude, extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. O sistema de drenagem fluvial no município de Maceió é definido pelos rios Pratagy, Meirim e o rio Suaçuí no limite norte do município, associado aos tabuleiros dissecados, essas drenagens demonstram um controle morfoestrutural de vales alargados, na direção NW-SE.
- Tabuleiros: localizados em zonas costeiras englobam-se em domínios denudacionais de rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras, representados por relevos de degradação. Esta unidade é caracterizada por uma morfologia suavemente dissecada de gradientes suaves, topos planos e alongados, com predomínio de solos espessos e bem drenados. Os tabuleiros costeiros representam as mais altas altitudes na área de estudo, que chegam a alcançar 93 m de amplitude, com sedimentos basicamente arenosos com altos índices de permeabilidade, e se concentram na porção SW do município, associados a vales de drenagens mais encaixados e de pouca expressão (Fig. 2E).
- Tabuleiros Dissecados: Em contato com os tabuleiros preservados estão os tabuleiros dissecados, que são caracterizados como relevo de degradação em rochas sedimentares. Com morfologias tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente (Fig. 2F). Assim, observam-se os processos de pedogênese, com formação de solos espessos e bem drenados.

- **Campo de Dunas fixas:** determinado por uma sedimentação de partículas de areia fina a muito fina, atualmente, estabilizado pela presença da vegetação arbustiva típica do ambiente eólico, associado à planície marinha e ao ambiente de praia (Fig. 2G). Predomínio de vegetação de restinga rasteira e coqueiros, com aproximadamente 1 km de extensão e 10 metros de amplitude, essa feição é observada desde o ambiente da praia, onde ocorrem as dunas frontais, até a planície fluviomarinha da Lagoa do Mundaú. Em sua totalidade os campos de dunas fixas permanecem estáveis frente aos processos de remobilização de partículas sedimentares.
- **Rebordos Erosivos:** caracterizados como relevo de degradação, acidentados, constituídos por vertentes erosivas predominantemente retilíneas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios, associados aos tabuleiros preservados e dissecados (Fig. 2H). Comunidades como o Mutange e Vale do Reginaldo se desenvolveram ao longo dessas vertentes, caracterizadas como áreas impróprias à ocupação, devido sua alta declividade e exposição dos sedimentos inconsolidados do Grupo Barreiras. Vale ainda ressaltar que diversos pontos ao longo das encostas são utilizados como áreas de despejo de lixo. Representam relevo de transição entre duas superfícies distintas, o topo dos tabuleiros, e o relevo de planícies, alçadas a diferentes cotas altimétricas que chegam a atingir 51 metros de altura e 37° de declividade, na porção mais dissecada da área de estudo.
- **Domínio de Morros e Rampas de Alúvio-Colúvio:** no limite NW do município, ocorre o afloramento do cristalino, marcado pela mudança do ambiente morfológico e as paisagens, com predomínio do relevo de morros altos e baixos com topos arredondados, associados a rampas deposicionais de alúvio-colúvio (Fig. 2I).





Figura 2: A - Cordão arenoso da praia do Pontal da Barra; B- Lagoa de Mundaú; C- Planície fluviomarinha desmatada, no bairro Bebedouro; D- Planície de inundação do rio Pratygy; E- Tabuleiros; F- Tabuleiros dissecados; G- Campo de Dunas no Pontal da Barra; H- Cicatriz de escorregamento e solo exposto do Grupo Barreiras ao longo de rebordo erosivo de tabuleiros; I- Mar de morros altos e baixos, recortados pelas rampas deposicionais de alúvio-colúvio.

MORFOTECTÔNICA

A análise morfotectônica permitiu identificar os principais lineamentos presentes na área, demarcados através do relevo controlado por rebordos erosivos e padrão de drenagem lineares com direções preferenciais NE-SW e NW-SE, atribuídas a dois eventos distintos de reativações tectônicas cenozoicas de compressão máxima, o primeiro N-S e o segundo E-W, como descrito por Nogueira et al. (2006), para a Bacia Potiguar.

A partir da análise fotointerpretativa do MDE (Modelo Digital de Elevação) e relevo sombreado foi realizada a diferenciação de dois padrões distintos de dissecação nos tabuleiros, uma porção a SW mais aplainada e uma porção a NE, mais dissecada. No entanto, não foi possível estabelecer uma relação de sistema de graben e horst ou “teclas de piano” com base na análise comparativa dos valores altimétricos dos topos dos tabuleiros dissecados para os preservados (**APENDICE A – VOLUME II.E**).

Em divergência ao padrão neotectônico apresentado por Furrier (2006), que descreve altitudes máximas nos altos estruturais dos tabuleiros dissecados com 153 metros e mínimas nos baixos estruturais dos tabuleiros preservados de 49 metros, na Faixa Costeira Central do estado de Alagoas, os maiores valores hipsométricos estão concentrados na região dos tabuleiros conservados. Foram encontrados valores de 30 e 47 metros de altitude nos topos dos tabuleiros dissecados, enquanto os topos tabuleiros preservados atingem 100 metros de altitude em alguns trechos.

Nesse contexto, a partir da análise de desnivelamento dos vales encaixados com relação aos topos dos tabuleiros ao longo das drenagens principais, rio Sumaúma Grande, Satuba, Meirim e Santo Antônio do Riacho, foi possível estabelecer uma tendência de declive em direção NE (Fig. 3).

Os valores altimétricos ao longo do vale fluvial do rio Sumaúma Grande, medidos e analisados com base no MDE (12,5m) demonstram que o desnivelamento altimétrico a sul do rio varia de 63 a 100 metros de amplitude e são levemente maiores que o desnivelamento ao norte do rio Sumaúma, que variam de 48 a 98 metros, sugerindo um leve abatimento de um bloco em relação ao outro. O rio Satuba apresenta os maiores valores de altitude da área de estudo, não determinam uma tendência de abatimento ou soerguimento preferencial, com valores que variam de 66 a 116 metros de desnível do vale em relação ao topo dos tabuleiros, em ambos os lados. No rio Meirim, diferentemente do compartimento a sul, associado aos tabuleiros dissecados, o entalhamento do vale principal de seus afluentes ocorre de maneira diferenciada e mais acentuada, e intenso recuo nas cabeceiras de drenagem. Nesta região as cotas

altimétricas tem um considerável declínio, com valores que variam de 85 a 41 metros de amplitude de declive do topo dos tabuleiros dissecados até o vale principal inciso. Em direção ao norte da área de estudo, gradualmente as cotas altimétricas dos topos dos tabuleiros perdem altitude em relação ao vale do rio Santo Antônio do Riacho, com os valores mais baixos de amplitude, que variam de 64 a 23 metros, o relevo apresenta-se bastante dissecado, com uma alta densidade da rede de drenagem.

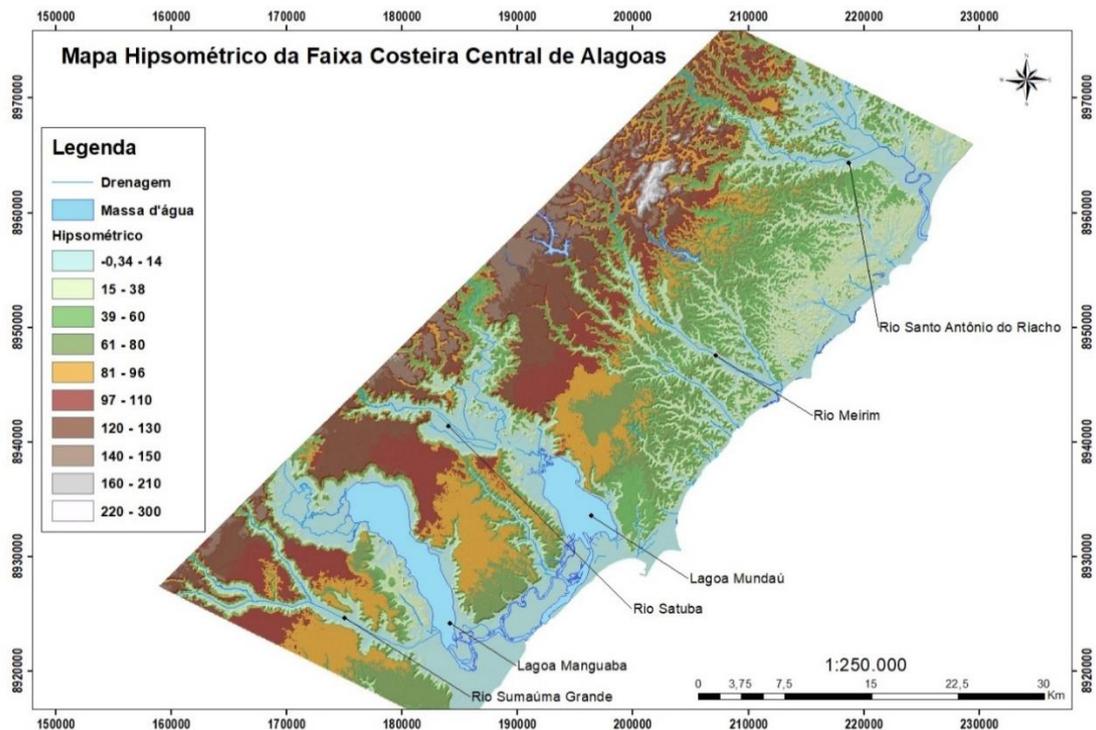


Figura 3: Mapa Hipsométrico da Faixa Costeira Central de Alagoas.

Apesar do resultado pouco expressivo da análise de desnivelamento, nota-se que o sistema de drenagem dos vales fluviais incisos e inseridos no domínio dos tabuleiros do Grupo Barreiras determina um intenso processo de dissecção lateral e a montante. Como descrito por Bezerra e Maia (2011), o controle morfotectônico define esses vales encaixados como depressões tectônicas (grabens), onde são depositados os sedimentos quaternários. Na área de estudo é representado pelas lagoas de Manguaba e Mundaú (**APENDICE B1 - VOLUME II. E**), e evidenciado pela falha do Mutange, indicada pela Gravimetria (**VOLUME II.J**).

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Esta caracterização climática foi elaborada a partir das normais climatológicas da estação INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) Maceió (Quadro 1) de temperatura, precipitação, intensidade e direção dos ventos. Assim, foram comparados os dados das normais climatológicas de 1961 a 1990 e 1981 a 2010 (Ramos; Rebello, 2018).

Quadro 1. Características da estação INMET Maceió (INMET, 2018).

Estação	Est	Coordenadas		Código	Operadora	Alt(m)
		Lat(°)	Long(°)			
MACEIÓ	AL	-9,554	-35,78	82994	INMET	64,5

O enquadramento climático foi elaborado a partir dos dados de precipitação e temperatura da estação Maceió, as normais climatológicas apresentam temperatura média de 24,8 C° e o volume total anual de precipitação de 2070,5 mm apresentados nos dados climáticos de 1961 a 1990. Na climatologia referente ao período de 1981 a 2010, a temperatura média 25 C° e volume total de precipitação é de aproximadamente 2500 mm.

A partir da comparação das normais climatológicas constata-se que o período com maior volume de precipitação no período de 1961 a 1990 corresponde aos meses de abril a julho enquanto que no período de 1981 a 2010, os máximos são apresentados nos meses de maio a agosto (Fig. 4).

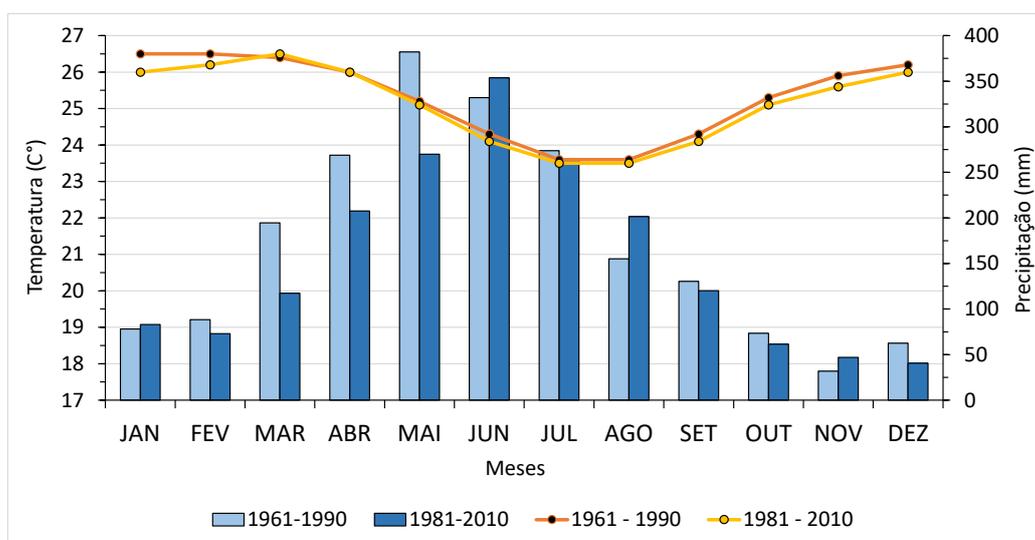


Figura 4. Temperatura e precipitação mensais das normais climatológicas

(1961 – 1990 e 1981 - 2010) da estação INMET Maceió.

Portanto, de forma geral, o decréscimo da temperatura reflete em máximos de precipitação e o aumento da temperatura corresponde aos volumes mínimos do volume de precipitação.

CONCLUSÕES

O produto cartográfico de padrões de relevo, na escala de 1:25.000 possibilitou a espacialização dos diversos ambientes geomorfológicos no município de Maceió. A delimitação entre a mudança de padrão, de tabuleiros a tabuleiros dissecados não demonstrou um desnivelamento aparente, dificultando uma interpretação neotectônica, e corroborando para uma configuração morfológica de fatores exógenos de esculturação do relevo.

No entanto, fatores exógenos como clima e sistema de drenagem fluvial não apresentam uma heterogeneidade representativa que explique essa mudança no padrão de dissecção no relevo mais a NE do município, visto que as características geomorfológicas são bastante diferenciadas entre os dois compartimentos sustentados pela mesma litologia, sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras. Vale ainda ressaltar que foi possível definir um padrão de direção preferencial NW-SE no sistema de drenagem, que sugere um controle estrutural.

Quanto ao bairro Pinheiro, está inserido em um contexto geomorfológico propício para a ocupação e expansão imobiliária, topos dos tabuleiros aplainados, com solos bem drenados, com exceção das áreas abaciadas, são áreas indicadas para a urbanização e vetores de crescimento municipais. Naturalmente, este ambiente não demonstra suscetibilidade à processos intensos de movimentos de massa ou até mesmo subsidência devido as características geotécnicas do solo (**VOLUME II.F**). Portanto, a morfologia local não explicaria a subsidência do solo e a abertura de fissuras e trincas ao longo das moradias, prédios e ruas.

2. PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE O BAIRRO PINHEIRO E ÁREAS VIZINHAS

INTRODUÇÃO

Diversos autores estudam a evolução geomorfológica de superfícies tabulares, embasadas por rochas sedimentares pouco litificadas de idade cenozoica. Dentre os processos geomorfológicos analisados, destacam-se os processos de incisão fluvial promovendo a dissecação dos topos de tabuleiros em típicos vales em U, mas também são documentados processos geomorfológicos não-fluviais caracterizados pela elaboração de depressões fechadas derivadas de fenômenos de desmonte vertical do relevo.

Este trabalho objetiva proceder a uma análise dos processos de abaciamento no bairro Pinheiro e a avaliação de fenômenos correlatos no município de Maceió e áreas adjacentes, assim como a uma revisão da literatura sobre o tema. Com base em tais informações, pretende-se contribuir para o entendimento dos processos geomorfológicos que condicionam a ocorrência de abaciamentos, assim como os fenômenos decorrentes da instabilidade dos terrenos que assolam o bairro do Pinheiro e que, atualmente, se expande pelos bairros vizinhos.

Os procedimentos operacionais adotados para esta pesquisa consistem em pesquisa bibliográfica e cartográfica e trabalhos de campo para aferição dos processos geomorfológicos identificados com ênfase nos fenômenos de abaciamento registrados.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SÍTIO URBANO DOS BAIROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO

Os bairros do Pinheiro, Mutange e Bebedouro situam-se na porção oeste do município, junto à margem direita da lagoa Mundaú. O bairro do Pinheiro abrange o topo do tabuleiro praticamente plano (R2a1) em cotas que variam entre 42 e 55 metros de altitude. A comunidade do Mutange ocupa o rebordo erosivo do tabuleiro (R4e) com vertentes declivosas, suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa. Por fim, o bairro do Bebedouro espraia-se ao longo da planície fluviolagunar revestida por manguezais (R1d1), margeando a lagoa Mundaú, estando suscetível à ocorrência de

inundações, em especial, durante a combinação de chuvas intensas na bacia do rio Mundaú com períodos de maré alta.

A comunidade do Mutange ocupa justamente um rebordo do tabuleiro do bairro Pinheiro paralelamente à lagoa do Mundaú com aproximadamente 40 metros de desnivelamento e encostas com 20 a 30° de declividade. Registros de pequenos deslizamentos rasos e rastejos são frequentes durante os meses chuvosos de inverno na comunidade (Fig. 01). O estudo de Ação Emergencial de Riscos Geológicos elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Melo & Eildorf, 2017) identificou dois extensos setores de riscos a movimentos de massa que abrangem grande parte da encosta declivosa do bairro do Mutange. Parte do bairro do Bebedouro, situado na planície fluviolagunar, consiste de aterros sobre solos moles dos mangues em cenário de desoladora degradação ambiental de áreas inundáveis com refluxo de esgoto e construções em lento processo de afundamento (Fig. 02) com reflexos diretos sobre o ecossistema da lagoa Mundaú e a subsistência da comunidade de pescadores.



Figura 01: Comunidade do Mutange ocupando as vertentes declivosas do rebordo erosivo do tabuleiro voltado para a lagoa Mundaú.



Figura 02: Antiga casa construída sobre solos moles de mangue, em lento processo de afundamento. Vila Santo Amaro, Bebedouro.

Por fim, a comunidade do Reginaldo ocupa as vertentes íngremes e a exígua planície fluvial do vale encaixado (R4f) do córrego Reginaldo, situado a leste de Pitanguinha num cenário marcado por deslizamentos de encostas e inundação dos fundos de vales por um rio que se tornou um valão de esgoto (Fig. 03).

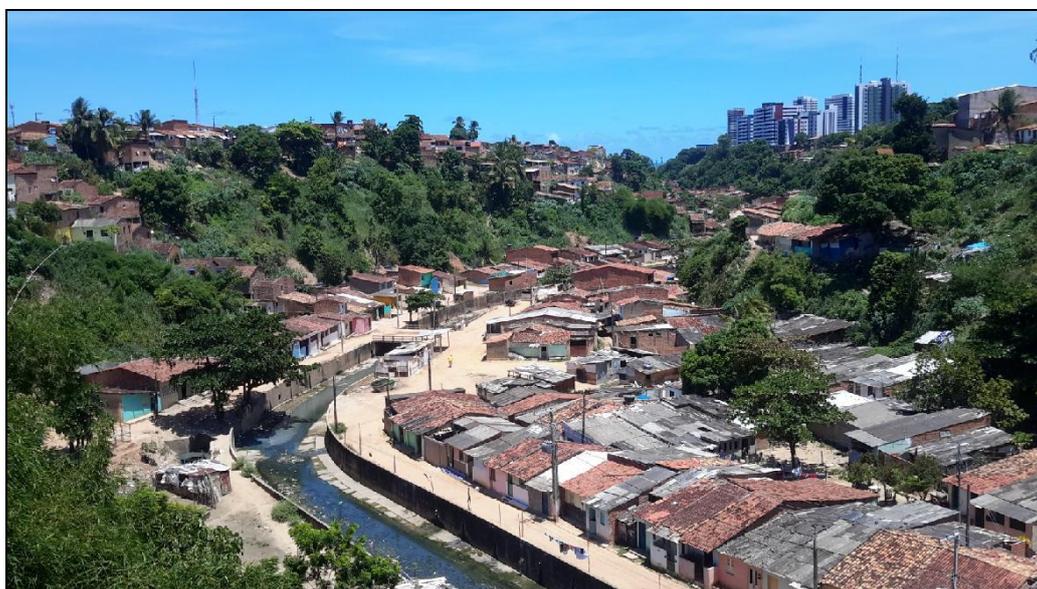


Figura 03: Comunidade situada no vale do Reginaldo ocupando tanto o fundo de vale canalizado quanto as vertentes declivosas do rebordo erosivo do tabuleiro, em áreas de risco de deslizamentos.

PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE OS TABULEIROS DO GRUPO BARREIRAS

Conforme mencionado anteriormente, foram registradas depressões fechadas semicirculares sobre os topos planos dos tabuleiros com geração de bacias de drenagem endorreicas². Os embaciamentos podem ser explicados pelo modelo de evolução do relevo baseado em processos de etchplanação com base em erosão geoquímica (Büdel, 1982) que presume um rebaixamento do relevo por processos de intenso intemperismo químico, perda de massa, dissolução e erosão por fluxos de água subterrânea que promove abaciamentos e um progressivo desmonte da superfície do tabuleiro. Filizola & Boulet (1996) e Coltrinari (2011) explicam a ocorrência de depressões fechadas por processos de etchplanação em terrenos similares da Bacia Sedimentar de Taubaté, assim como Schaefer e Dalrymple (1995), na bacia Sedimentar de Boa Vista, em Roraima. Também são registrados feições de abaciamento no sul da Bahia (município de Prado) e norte do Espírito Santo (município de Conceição da Barra). Entretanto, a ocorrência de tais abaciamentos também pode ser decorrente de movimentação de diápiros de sal (Mohriak *et al.*, 2008) existentes na bacia sedimentar cretácico-terciária Sergipe-Alagoas, sotoposta à cobertura do Grupo Barreiras.

No município de Maceió, destaca-se a extensa bacia endorreica desenvolvida sobre o tabuleiro dos Martins que ocupa uma área de 49,8 km² (Almeida & Ferreira Neto, 2017) onde outrora, uma vasta área do tabuleiro era drenada por uma rede de baixa densidade de drenagem em direção a uma ampla zona inundável que correspondia à zona central e mais baixa da bacia endorreica que se estendia pela área compreendida hoje pelo Distrito Industrial e a Cidade Universitária. Há aproximadamente 15 anos, uma obra de engenharia desfigurou o endorreísmo da bacia através da implantação de quatro lagoas de armazenamento de água situadas nas imediações da atual avenida Menino Marcelo, interconectadas entre si por tubulações e conduzindo a água excedente para bacia a exorreica do rio Jacarecica (Carvalho, 2012). Esta obra de engenharia impediu a ocorrência de novas grandes inundações na região, possibilitando o adensamento recente da ocupação urbana na região. Entretanto esta obra, associada a uma crescente impermeabilização dos terrenos urbanizados, promoveu uma redução brutal da recarga de água para o

² Uma **bacia endorreica** abrange uma área de drenagem sem comunicação superficial com a rede de drenagem regional exorreica ou com o oceano. Toda a precipitação que ocorre em uma bacia endorreica aflui para o centro da bacia, em geral, um lago. A partir deste lago, a água evapora ou infiltra na matriz do solo, recarregando aquíferos subjacentes.

aquífero Barreiras e outros sistemas aquíferos subjacentes, conforme já destacado por Ferreira Neto (2015).

Segundo Almeida & Ferreira Neto (2017), a obra de macrodrenagem do Tabuleiro dos Martins foi concebida com o único objetivo de evitar as constantes inundações ocorrentes no Distrito Industrial Gov. Luiz Cavalcante. Segundo Ferreira Neto (2015), a transposição das águas das chuvas para a bacia do rio Jacarecica, promoveu um rebaixamento gradual, contínuo e considerável nos níveis do lençol freático. Na região do Tabuleiro, esse processo foi mais intenso devido à grande quantidade de poços existentes nessa importante área de recarga, tanto da empresa responsável pelo abastecimento residencial, quanto por poços pertencentes às indústrias, pois esta representa a forma mais econômica e eficiente para o abastecimento de água do Distrito Industrial.

No município vizinho de São Luiz do Quitunde, uma notável depressão semicircular medindo 1.300 x 900 metros com eixo maior na direção WNW-ESE em posição cimeira se destaca em meio à paisagem regional de vales fluviais entalhados que dissecam os tabuleiros do Grupo Barreiras, próximo ao contato com o substrato cristalino (Figs 04 e 05). Esta depressão está localizada em zona rural, a cerca de 8 km a oeste da sede do município. A porção central da depressão situa-se cerca de 20 metros abaixo do topo do tabuleiro e apresenta fundo plano com ampla ocorrência de solos hidromórficos com coloração acinzentada. Uma malha de canais de drenagem promove o rebaixamento do lençol freático para possibilitar o cultivo de cana-de-açúcar no interior da depressão.

Esta singular feição de relevo, claramente, não apresenta origem fluvial e é uma forma de exceção na paisagem geomorfológica regional, caracterizada por bacias de drenagem exorreicas entalhadas por vales profundos que dissecam o topo da superfície Barreiras numa paisagem de tabuleiros dissecados. Deste modo, pode-se sugerir que esta depressão seja uma paisagem fóssil correlacionada um paleoclima pretérito, entretanto trata-se da mais esplêndida feição de relevo para ilustrar os processos de abaciamento do terreno que ocorrem sobre os tabuleiros do Grupo Barreiras e que pode auxiliar no entendimento dos abaciamentos no bairro Pinheiro.



Figura 04: Vista panorâmica de depressão fechada em São Luiz do Quitunde.



Figura 05: Imagem da depressão em cor acinzentada demonstrando área abaciada com solos hidromórficos e canais de drenagem.

PROCESSOS DE ABACIAMENTO SOBRE O BAIRRO PINHEIRO

O bairro Pinheiro se desenvolveu sobre o topo aplainado do tabuleiro formado sobre os sedimentos arenosos inconsolidados e altamente permeáveis do Grupo Barreiras. Segundo informações verbais coletadas durante a fase de entrevista dos moradores mais antigos Dona Jandira Santos, moradora do bairro desde 1955, e Seu Cícero Sabino dos Santos, morador do bairro desde 1974, a porção norte do bairro Pinheiro inicialmente era chamado de bairro Alto do Céu, e as depressões circulares permaneciam sazonalmente alagadas durante grande parte do período de chuvoso, de

junho a setembro, com lâmina d'água que atingia aproximadamente 1,0 metros de altura. Segundo os mesmos, a água progressivamente infiltrava no solo, até que as lagoas secavam nos períodos de seca, indicando áreas preferenciais de recarga do aquífero Barreiras-Marituba.

De acordo com análise de plantas topográficas de 1960 (escala de 1:2.000) e mapas hipsométricos recentes utilizando MDT (Modelo Digital do Terreno) com resolução espacial de 1 metro, detecta-se que a morfologia original do topo do tabuleiro do bairro Pinheiro não era plana (Fig. 06).

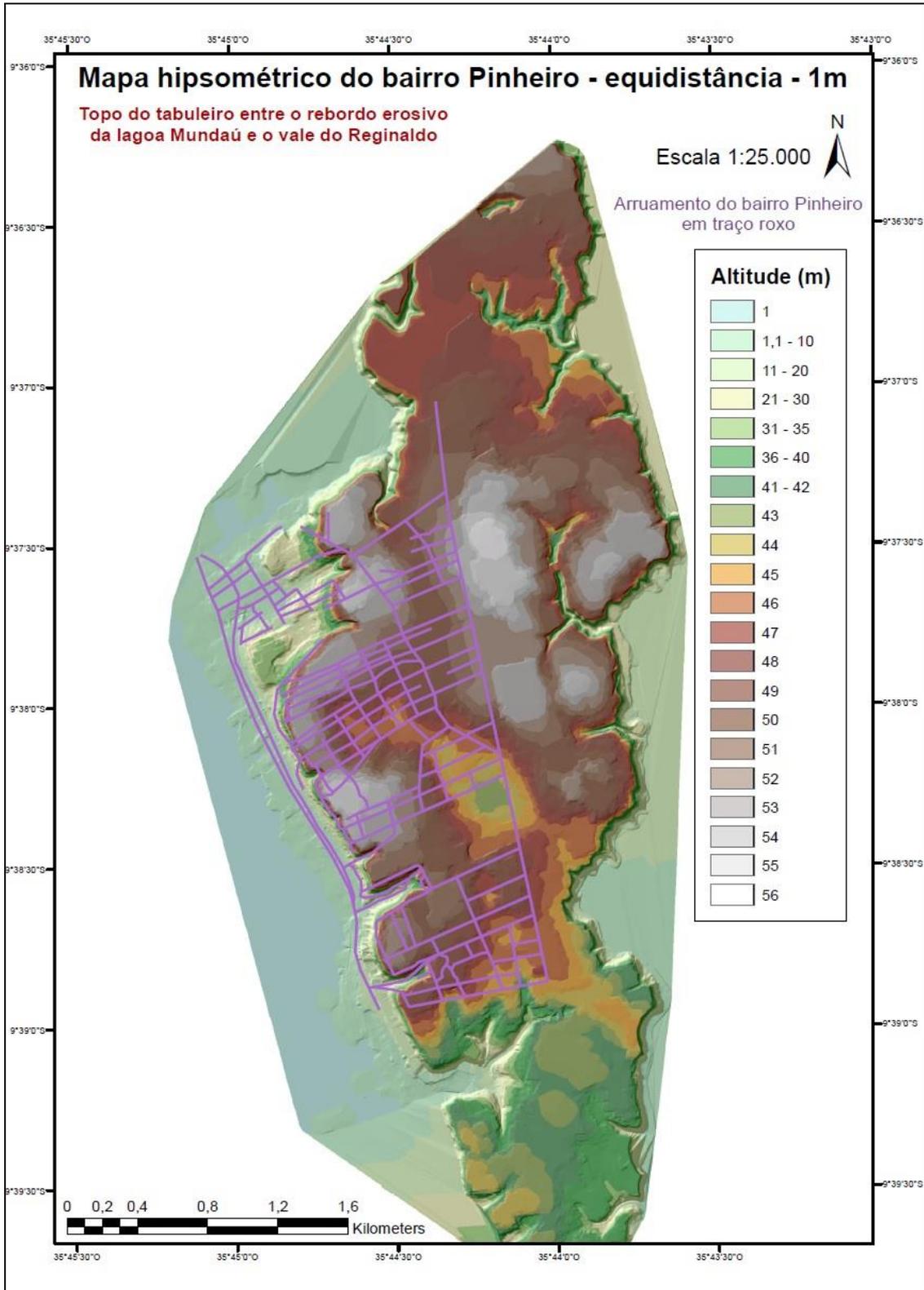


Figura 06: Mapa hipsométrico do topo do tabuleiro onde se assenta o bairro Pinheiro, com destaque para as áreas abaciadas, abaixo da cota 46 metros, em colorações verde, amarelo e laranja.



Figura 07: Zona de abaciamento urbanizada próxima ao instituto educacional do CEPA, situada na área mais baixa do bairro Pinheiro. Ao fundo, observa-se a rua Miguel Palmeira, palco de recorrentes alagamentos (<https://fotosdoblogparizio.blogspot.com/2015/02/rua-miguel-palmeira-pinheiro-maceio.html>).

Na realidade existiam dois grandes abaciamentos (o menor, junto à Igreja Menino Jesus de Praga; e o maior, situado no CEPA e quarteirões adjacentes) que funcionavam como pequenas bacias endorreicas. Tais depressões são muito sutis, mas perceptíveis na paisagem urbana ao olhar atento de um observador apresentando desníveis entre 4 e 7 metros e declividades baixíssimas, sempre inferiores a 2° (Fig. 07). Na rua prof. Mário Marroquim, junto à Igreja Menino Jesus de Praga, os processos de erosão por infiltração subterrânea da drenagem superficial (*piping*) permitiu a exposição de um perfil de solo de 1,7 metros de profundidade abaixo de 0,4m de aterro, a partir da abertura de uma fenda junto ao meio-fio (Fig. 08).

A análise deste perfil no fundo de uma zona abaciada do bairro Pinheiro apresenta um solo acinzentado, de cor reductora, endurecido, rico em matéria orgânica, com textura areno-argilosa e grânulos. Deste modo, este solo pode ser interpretado como um solo hidromórfico (Gleissolos) gerado em ambiente lacustre, oriundo da pedogênese de arenitos imaturos do Grupo Barreiras.



Figura 08: Fenda erosiva em fundo da área abaciada junto à Igreja Menino Jesus de Praga com exposição de aterro (em cor bruno-avermelhada) e solos hidromórficos de ambiente redutor, em cor acinzentada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Solos hidromórficos nas áreas abaciadas indicam um alto nível de saturação do solo, por um período de tempo considerável para que houvesse a deposição desse tipo de sedimento, confirmando o relato de moradores. Com a expansão e desenvolvimento do bairro Pinheiro essa região foi aterrada, no entanto, é possível observar que o fluxo de água superficial ainda escoava preferencialmente para estes pontos de menor amplitude no topo do tabuleiro, ainda atuantes como pontos de recarga do aquífero.

A pretérita ocorrência de lagoas temporárias que perduravam por 15 dias ou mais durante o período chuvoso atesta a existência de bacias endorreicas que eram lenta e gradualmente drenadas por meio da infiltração de água no solo tornando-se, portanto uma importante zona de recarga do aquífero Barreiras. A ocorrência de solos hidromórficos nos fundos dos abaciamentos confirmam a ocorrência de áreas que outrora eram prolongadamente inundadas. Ou seja, a formação de depressões fechadas consiste numa evolução natural da geomorfologia do tabuleiro, calcada em um processo de desmonte vertical do relevo.

Essas áreas abaciadas e os pontos de recarga do aquífero, apesar de não serem considerados os principais motivos para o processo de subsidência instalado no bairro Pinheiro, são feições que propiciam naturalmente o fluxo intenso de infiltração de água no solo durante períodos de altos índices pluviométricos.

3. ANÁLISE HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO URBANA DE MACEIÓ/AL COM ENFOQUE PARA OS BAIRROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO

INTRODUÇÃO

O município de Maceió abrange uma área de 509,5 km² e uma população que atingiu recentemente a marca de 1 milhão de habitantes (IBGE, 2018). Maceió é a capital de Alagoas, o segundo menor estado da Federação Brasileira e representa o 32º maior PIB municipal do país (IBGE, 2015). Os primórdios de seu povoamento remontam ao século XVIII com a implantação de um engenho de açúcar no atual centro antigo e de uma vila de pescadores na enseada de Jaraguá e na própria instalação do porto e forte de Jaraguá, responsável pelo guarnecimento do território e pelo escoamento da produção agrícola do estado de Alagoas, com destaque para o açúcar da zona da mata. Secundariamente, exportava-se algodão, fumo e madeira-de-lei. O estado emancipa-se de Pernambuco em 1817, na esteira da malograda Revolução Pernambucana que se insurgiu contra o regime imperial de Dom João VI e em 1839, Maceió, situada no litoral, alcança o posto de capital do estado de Alagoas em detrimento da cidade de Marechal Deodoro (Costa, 1939), às margens da lagoa Manguaba, já em posição menos estratégica.

Este trabalho objetiva proceder a um resgate histórico da evolução urbana de Maceió e da reconstituição das características originais do meio físico dos tabuleiros, rebordos erosivos e planícies lagunares sobre os quais foram assentados os bairros do Pinheiro, Mutange e Bebedouro. Com base em tais informações, pretende-se contribuir para o entendimento dos fenômenos decorrentes da instabilidade dos terrenos que assolam o bairro do Pinheiro e que, atualmente, se expande pelos bairros vizinhos.

Os procedimentos operacionais adotados para esta pesquisa consistem em pesquisa bibliográfica e cartográfica, incluindo documentos históricos, fotografias antigas e sobrevoos aerofotogramétricos; entrevistas com moradores antigos, profissionais que atuaram na urbanização dos bairros e gestores públicos; e, por fim, uma incursão em campo para avaliar *in loco* características do terreno que indicam suas condições pretéritas ao avanço da urbanização.

A CONFIGURAÇÃO DO ESPAÇO URBANO DO MACEIÓ E OS VETORES DE EXPANSÃO URBANA

O processo de expansão urbana de Maceió ocorria de forma concêntrica e gradual até a década de 1930 a partir do centro antigo e do porto de Jaraguá (Nascimento *et al.*, 2016) expandindo-se por bairros próximos entre a praia da Avenida e a lagoa³ de Mundaú, tais como o Poço, o Prado, a Ponta Grossa e o Trapiche da Barra, ou mesmo galgando o tabuleiro a partir do bairro do Farol.

Costa & Ramos (2004) destacaram que o bairro de Bebedouro, cuja ocupação remonta ao início do século XX, consiste num dos bairros antigos da cidade, tendo sido desenvolvido ao longo da linha férrea que ligava Maceió à cidade de Recife e ao interior do Estado. Na planície fluviolagunar da lagoa Mundaú, entre esta e a encosta do tabuleiro era o local da antiga rota de animais que transportava açúcar dos engenhos ao porto. Originalmente, o Bebedouro era um bairro nobre, com uma arquitetura característica do início de século XX, apresentando grandes residências de antigos “senhores de engenho”, sendo posteriormente transformadas em clínicas de repouso e repartições públicas.

A partir dos anos 40, um novo vetor de crescimento, paralelo à Estrada de Ferro, promove o avanço inexorável da malha urbana de Maceió rumo norte sobre os tabuleiros da margem direita da lagoa Mundaú (Japiassu, 2015; Carvalho, 2012). Este vetor foi originado a partir da abertura da Av. Fernandes Lima (BR-104) que interligou a capital às cidades do interior do estado e se configura como o mais importante eixo de expansão urbana de Maceió (Fig. 01).

Na década de 60 o bairro Pinheiro, imediatamente a norte do bairro Farol, já estava situado na franja de povoamento da cidade (Romão *et al.*, 2016; Alencar, 2007) (Fig. 02), fato este documentado pelas fotografias aéreas PETROBRAS-DEXPRO registradas em 1964 onde o bairro Pinheiro estava retratado como um loteamento proletário com traçado em ruas de terras já similar à atual malha urbana, esparsa ocupação com casario humilde e muitos lotes vazios em meio aos quarteirões recém-traçados no topo do tabuleiro (Fig.s 03 e 04). Curiosamente as fotografias aéreas PETROBRAS-DEXPRO

³ A lagoa de Mundaú, assim como a vizinha lagoa de Manguaba, são famosos acidentes geográficos de tamanha relevância que determinaram o nome do próprio estado: Alagoas. Tais denominações de **lagoas** são popularmente consagradas, o que chancela tais topônimos em qualquer base cartográfica. Entretanto, tecnicamente, ambos os acidentes geográficos são melhor classificados como **lagunas** devido ao fato de que apresentam interligação permanente com o Oceano Atlântico por meio de canais de maré.

também exibem um processo de ocupação incipiente dos bairros litorâneos, sendo que o bairro da Pajuçara estava no início do processo de ocupação e os bairros da Ponta Verde e Jatiúca eram ainda planícies marinhas revestidas por vegetação de restinga intacta.

A partir da década de 60 a cidade de Maceió experimenta um vertiginoso processo de expansão de sua malha urbana, típico das grandes aglomerações urbanas brasileiras nesta época. Deste modo, a Av. Fernandes Lima (BR-104) constitui seu principal vetor de crescimento com base na implantação de bairros de classes média-baixa, equipamentos públicos, polos industriais e loteamentos suburbanos, alcançando e ocupando porções dos tabuleiros conservados que distam até 20 km do centro, como os atuais bairros da Chã da Jaqueira, Gruta de Lourdes, Petrópolis, Tabuleiro dos Martins, Distrito Industrial, Cidade Universitária (UFAL) e o Aeroporto (este já situado no município limítrofe de Rio Largo).

A partir da década de 70, um segundo vetor de crescimento, mais restrito, é identificado em Maceió, seguindo as praias oceânicas rumo norte, a partir da Pajuçara e avançando pelos bairros de Ponta Verde, Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica. Trata-se de um vetor de realocação da elite econômica calcada na indústria do turismo (Fig. 01).

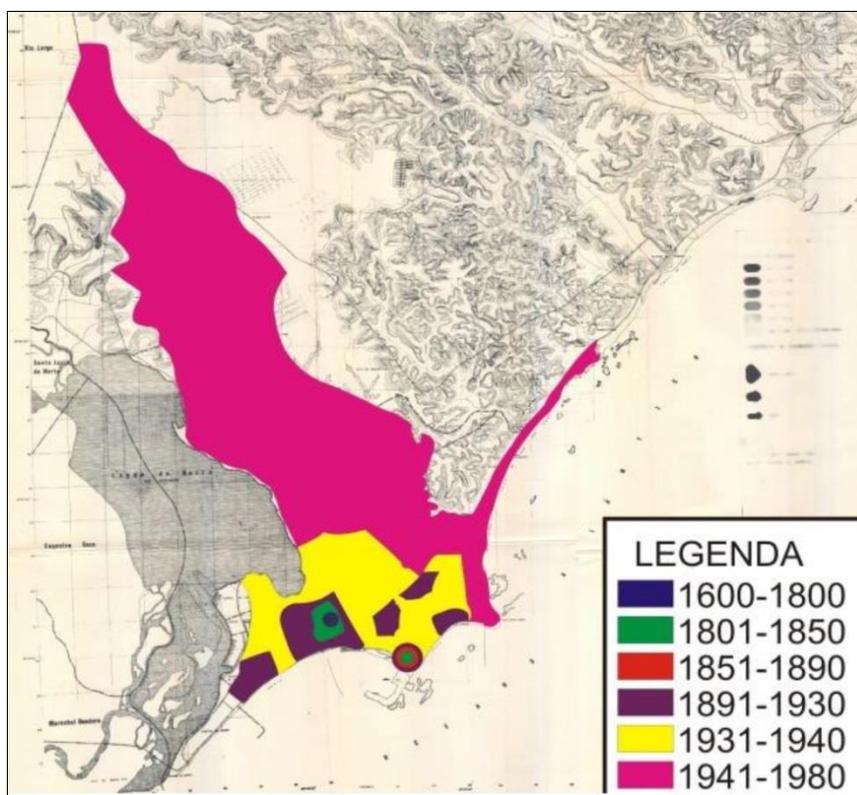


Figura 01. Modelo de expansão urbana da cidade de Maceió (Japiassu, 2015).

As décadas subsequentes são marcadas por um crescimento desordenado da malha urbana de Maceió, inclusive com a anuência e participação ativa do poder público. A construção dos conjuntos habitacionais a partir da década de 70, empreendidos pela Companhia Habitacional de Alagoas (COHAB-AL), em busca de terrenos mais baratos para compensar o preço da venda, construiu os mesmos na periferia do centro urbano. Isto valorizou os terrenos localizados na área intermédia, coibindo a classe média de adquiri-los. Tudo isso por falta de um planejamento governamental ou talvez por causa dele (Costa & Ramos, 2004).

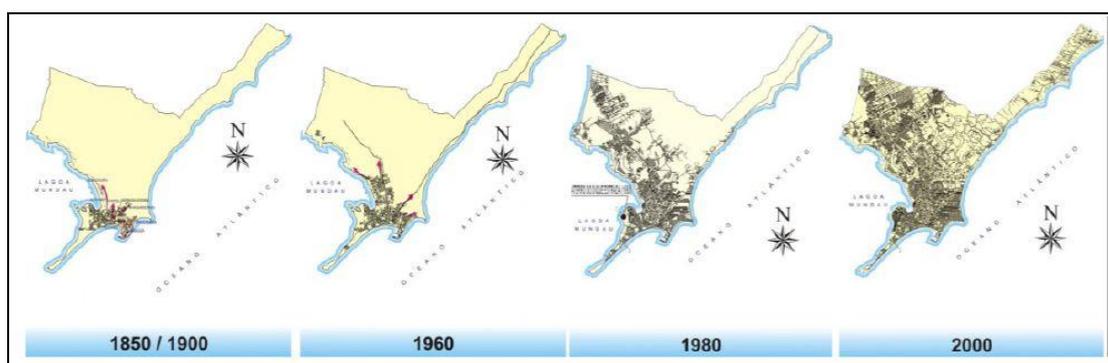


Figura 02: Evolução temporal do incremento físico da malha urbana de Maceió em ter 1850 e 2000 (Alencar, 2007).

A situação foi agravada pela demora na discussão e aprovação do Plano de Desenvolvimento da Cidade, que concluído em 1981, e entregue à Câmara Municipal em 1982, teve em 1985 aprovados apenas os códigos de Urbanismo, Postura e Edificações. Em 1987 ocorreu nova tentativa de aprovação, sem êxito, e, finalmente, em 1989 foram aprovadas alterações nos códigos de Urbanismo e Postura, mas o Plano Diretor do município nunca foi realmente aprovado. A cidade, portanto, cresceu sem obedecer às recomendações contidas no mesmo (Costa & Ramos, 2004).

Atualmente, Maceió é subdividido em 50 bairros, sendo o Pinheiro o 17º mais populoso (19.062 habitantes), Bebedouro o 29º (10.103 ha) e Mutange o 46º (2.632 ha) (IBGE -2010). O bairro do Pinheiro é predominantemente residencial com uma população diversificada e uma clara tendência a um padrão de renda mais elevado. Este bairro oferece comércio e serviços mais variados, em especial, na Avenida Fernandes Lima, um dos mais importantes eixos viários de Maceió. Os bairros do Bebedouro e do Mutange, por sua vez, apresentam predomínio de uma população com baixo poder aquisitivo e um comércio simples voltado para as necessidades básicas da comunidade local.

O setor minero-industrial apresenta grande relevância no município, em especial, a exploração de salgema pela Brasken e de petróleo e gás pela Petrobras e pequenas

petroleiras. Destaca-se um parque industrial pujante com destaque para a indústria química, cimenteira e alimentícia. Ressalta-se ainda o setor agroindustrial calcado no polo sucro-alcooleiro. Assim sendo, a base agrícola do interior rural do município é o cultivo de cana-de-açúcar, com menção também para plantações de coqueiros e cajueiros,



Figura 03. Fotografia aérea PETROBRAS-DEXPRO de 1964 (escala original 1:60.000, digitalizada e georreferenciada para este trabalho) retratando o bairro Pinheiro e áreas adjacentes.

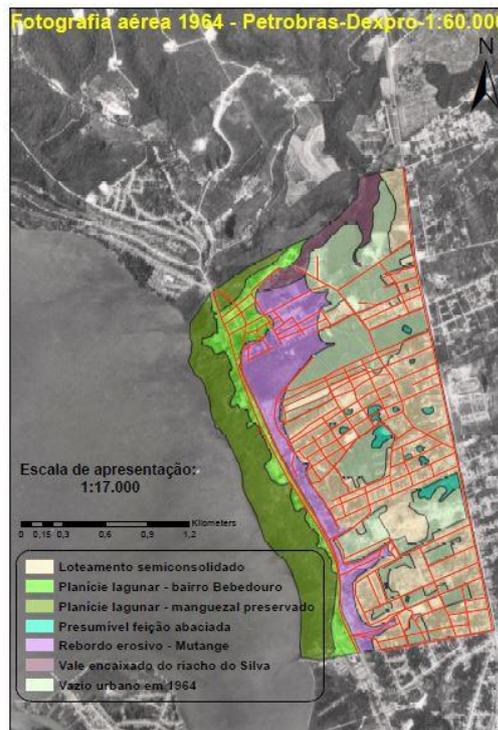


Figura 04. Mapa de ocupação urbana do bairro Pinheiro ressaltando, em amarelo, a área ocupada por um loteamento semiconsolidado; em verde-claro, os vazios urbanos remanescentes no topo do tabuleiro; em verde-escuro, os manguezais ainda preservados; em verde-claro, o bairro Bebedouro assentado em planície lagunar; em lilás, o rebordo erosivo do tabuleiro, onde atualmente se estabelece a comunidade do Mutange; e em roxo, o vale encaixado do riacho do Silva. As feições circulares em destaque representam os remanescentes de antigas áreas abaciadas, originalmente mais extensas.

O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DOS BAIRROS DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO

Com base em análise das fotografias aéreas PETROBRAS-DEXPRO (1964) e em relatos de moradores antigos, alguns dos quais nascidos no bairro na década de 50, considera-se que a franja de povoamento de Maceió alcança o tabuleiro em Pinheiro no início da década de 50. Este avanço da franja urbana ocorria de forma muito esparsa e desordenada com base em loteamentos privados (Carvalho, 2007) ou invasões de antigos sítios e chácaras com estabelecimento de uma população de muito baixa renda que construíam casas muito humildes, muitas das quais a base de taipa ou barro e palha e que sobrevivia a partir de um certo tipo de “extrativismo”, como o pescado e a coleta de sururu e caranguejo na vizinha lagoa de Mundaú e a coleta de castanha de caju e manga sobre a vegetação que vicejava sobre o topo do tabuleiro. Equipamentos públicos como o CEPA, uma relevante instituição educacional do município inaugurada em 1957 e o Batalhão do Exército eram as únicas entidades do poder público atuantes no bairro e que, em alguns casos, prestavam serviço assistencial à população mais carente.

Nas décadas de 60 e 70 relata-se a progressiva implantação dos serviços de infraestrutura urbana com o planejamento e traçado geométrico do arruamento (inicialmente em ruas de terra), iluminação, abastecimento de água e calçamento. A partir da década de 70 já se registrava um predomínio de casas de alvenaria, de melhor padrão construtivo e uma população de melhor renda e mais integrada ao modo de vida urbano da cidade. Entretanto, tubulações de coleta de esgoto jamais foram executadas, sendo desenvolvido no bairro um sistema de fossa/sumidouro com uma consequente recarga de águas servidas na matriz do solo/regolito de rochas areníticas e imaturas e pouco litificadas (rocha composta por grãos de areia e argila de fácil desagregação) do Grupo Barreiras e a contaminação do aquífero (reservatório natural de água em subsuperfície) homônimo.

A partir de meados da década de 70 e ao longo das décadas de 80 e 90 registra-se um processo de adensamento urbano do bairro com a ocupação de todos os lotes ainda vazios ao longo dos quarteirões, a construção dos conjuntos habitacionais Divaldo Suruagy e Jardim das Acácias e o estabelecimento de um comércio mais pujante, sendo que a BR-104 reconfigura-se como uma via urbana (Av. Fernandes Lima) (Carvalho, 2007) e o Pinheiro torna-se um bairro de passagem entre o centro de Maceió, incluindo os barros oceânicos e os bairros suburbanos mais ao norte.

Na virada do século XXI, o Pinheiro consolidava-se como um bairro fortemente integrado ao tecido urbano da cidade de Maceió. Sobre o vasto tabuleiro que abarcava desde o rebordo erosivo da lagoa de Mundaú até o vale encaixado do córrego Reginaldo desenvolve-se uma malha urbana conurbada com os bairros Pitanguinha e Gruta de Lourdes e em pleno processo de gentrificação⁴. Devido à proximidade do bairro do Farol, do centro da cidade e do litoral, setores da classe média avançam sobre o bairro Pinheiro afastando a população mais pobre para bairros mais distantes ou para terrenos menos recomendados para urbanização. O fenômeno de gentrificação do Pinheiro se acentua a partir de 2010 com o início do processo de verticalização do bairro (Fig. 05) a exemplo do já vivenciado no bairro vizinho do Farol. Atualmente, foram construídas ou estão em construção, de forma espalhada, pouco mais de uma dezena de prédios de classe média-alta no bairro Pinheiro, todavia esta fase inicial de verticalização do bairro foi bruscamente interrompida pelo fenômeno geológico de subsidência deixando o bairro num estado de paralisia e catarse.

O adensamento das comunidades vizinhas aos bairros Mutange e Bebedouro consiste num efeito colateral do processo de gentrificação do bairro Pinheiro, pois representam áreas pouco valorizadas pelo capital imobiliário.

Com base num cruzamento entre o quadro geomorfológico da cidade de Maceió e o seu processo de expansão urbana, é possível verificar um controle morfológico (sem querer evocar qualquer alusão ao Determinismo Geográfico) sobre a segregação socioespacial da cidade comandada pelo capital imobiliário: assim sendo, as planícies marinhas assentadas sobre os cordões arenosos e os topos planos dos tabuleiros (principalmente os situados mais próximos ao centro) são as áreas mais valorizadas e onde estão situados os bairros de classes média e alta. Por outro lado, rebordos erosivos dos tabuleiros, paleofalésias, vales encaixados e planícies fluviomarinhas são inadequados à urbanização devido à suscetibilidade aos movimentos de massa ou à inundação. Para tais terrenos são impelidas as camadas sociais mais pobres, acarretando na formação de aglomerados populacionais adensados destituídos de qualquer infraestrutura urbana.

A comunidade de baixa renda do Mutange ocupa justamente um rebordo do tabuleiro do bairro Pinheiro paralelamente à lagoa do Mundaú (Fig. 06). O bairro do Bebedouro

⁴ **Gentrificação** é um conceito consagrado no seio da Geografia Urbana e consiste num processo de transformação do espaço urbano de determinado bairro ou setor de uma cidade por intermédio de sua apropriação por grupos sociais mais abastados, em detrimento da comunidade mais pobre já estabelecida. Tal processo promove uma valorização imobiliária do tecido urbano e o encarecimento do seu modo de vida com oferta de comércio e serviços mais sofisticados em concomitância com investimentos de infraestrutura urbana executados pelo Poder Público.

ocupa uma exígua planície fluviomarinha à beira da lagoa Mundaú e ao longo do baixo vale do riacho do Silva (Fig. 07). Tais terrenos, outrora revestidos de manguezais em cenário de desoladora degradação ambiental de áreas inundáveis com refluxo de esgoto e construções em lento processo de afundamento (Fig. 08) com reflexos diretos sobre o ecossistema da lagoa Mundaú e a subsistência da comunidade de pescadores. A comunidade de baixa renda do Reginaldo ocupa as vertentes íngremes e a exígua planície fluvial do vale encaixado do córrego Reginaldo, situado a leste de Pitanguinha num cenário insalubre marcado por deslizamentos de encostas e inundação dos fundos de vales por um rio que se tornou um valão de esgoto.



Figura 05. Vista panorâmica do bairro do Pinheiro a partir do terraço de um edifício de 25 andares. Observa-se o traçado geométrico do arruamento, o predomínio de casas de alvenaria de bom padrão construtivo e conjuntos habitacionais populares em típico bairro de classe média. Ressalta-se a esparsa ocorrência de modernos edifícios residenciais, indicando um processo inicial de verticalização do bairro com grande valorização imobiliária. Ao fundo, descortina-se a lagoa Mundaú e, à direita, surge o bairro de Chã da Jaqueira, assentado sobre tabuleiro em cotas mais altas.



Figura 06. Comunidade do Mutange ocupando as vertentes declivosas do rebordo erosivo do tabuleiro voltado para a lagoa Mundaú.



Figura 07. Ampla planície fluviomarinha embutida em vale encaixado do riacho do Silva, delimitado por encostas declivosas sustentadas por sedimentos do Grupo Barreiras. O fundo de vale encontra-se parcialmente ocupado por casario humilde que avança sobre manguezais e áreas embrejadas. Ao fundo, observa-se um ângulo lateral da comunidade do Mutange ocupando a encosta da borda do tabuleiro. No topo do tabuleiro, salientam-se os edifícios do bairro Pinheiro.



Figura 08. Antiga casa construída sobre solos moles de mangue, em lento processo de afundamento. Vila Santo Amaro, Bebedouro.

AS CARACTERÍSTICAS ORIGINAIS DO SÍTIO URBANO DO PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO

Almeida & Ferreira Neto (2017) ressaltam a ocorrência de depressões rasas que eram, via de regra, inundadas durante o período chuvoso, destacando-se o tabuleiro dos Martins e o CEPA, no bairro Pinheiro.

De acordo com análise de plantas topográficas de 1960 (escala de 1:2000), mapas hipsométricos recentes utilizando MDT (Modelo Digital do Terreno) com resolução espacial de 1 metro e, especialmente, com base em relatos de moradores antigos, pode-se concluir que a morfologia original do topo do tabuleiro do bairro Pinheiro não era plana. Na realidade existiam dois grandes abaciamentos (o menor, junto à Igreja Menino Jesus de Praga; e o maior, situado no CEPA e quarteirões adjacentes) que funcionavam como pequenas bacias endorreicas⁵.

Nas décadas de 50 e 60 era frequente a formação de lagoas temporárias durante o período chuvoso no inverno. A população usava tais lagoas como área de lazer ou para diversas outras finalidades (lavar roupa, água para animais domésticos, etc.). Essas lagoas temporárias mantinham-se ativas por uma ou duas semanas e eram lentamente drenadas através da infiltração de água no solo tornando-se, portanto uma importante zona de recarga do aquífero Barreiras. Com efeito, as obras de macrodrenagem realizadas no bairro na década de 70, associadas com um rudimentar processo de aterramento das áreas abaciadas promoveram o desaparecimento das lagoas temporárias e reduziram drasticamente a recarga do aquífero. Atualmente, as tubulações da obra de macrodrenagem encontram-se danificadas, ocasionando o retorno dos eventos de inundação nas áreas mais baixas do bairro. Entretanto, a ocorrência dos abaciamentos também promove uma segregação socioespacial mais sutil no interior do bairro. Estão nas zonas mais baixas e suscetíveis à inundação justamente os casarios mais humildes e os conjuntos habitacionais populares, tais como o Divaldo Suruagy e o Jardim das Acácias.

A combinação de habitações com método construtivo mais precário e a sua localização em zonas de convergência de águas superficiais com maior potencial de erosão acelerada que intensifica a abertura de trincas já existentes e condutos de percolação da água na matriz do solo promovem uma maior propensão de ocorrência

⁵ Uma **bacia endorreica** abrange uma área de drenagem sem comunicação superficial com a rede de drenagem regional exorreica ou com o oceano. Toda a precipitação que ocorre em uma bacia endorreica aflui para o centro da bacia, em geral, um lago. A partir deste lago, a água evapora ou infiltra na matriz do solo, recarregando aquíferos subjacentes.

de sérios danos estruturais justamente nas moradias da população social mais pobre do bairro, esta atingida pela necessidade de remoção, o que agrava ainda mais o drama social sofrido no bairro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da década de 60, a cidade de Maceió experimenta um vertiginoso processo de expansão urbana, acarretando numa radical mudança das características originais do topo do tabuleiro sobre o qual se assenta o bairro do Pinheiro. Dentre as mudanças, houve a implantação incompleta dos serviços de infraestrutura urbana efetuada nas décadas de 70 e 80 que não contemplou uma rede de saneamento básico. Deste modo, foi desenvolvido no bairro um sistema de fossa/sumidouro com uma conseqüente recarga de águas servidas na matriz do solo, o que acarreta num incremento do potencial erosivo da água subterrânea em terrenos submetidos a processos de trincamento/subsidência no topo de tabuleiro.

A pretérita ocorrência de lagoas temporárias que perduravam por 15 dias ou mais durante o período chuvoso atesta a existência de bacias endorreicas que eram lenta e gradualmente drenadas por meio da infiltração de água no solo tornando-se, portanto uma importante zona de recarga do aquífero Barreiras. Ou seja, a formação de depressões fechadas consiste numa evolução natural da geomorfologia do tabuleiro, calcada em um processo de desmonte vertical do relevo.

Em suma, a ocorrência dos abaciamientos e a injeção de efluentes domésticos na matriz do solo podem não ser a causa dos fenômenos de subsidência no bairro Pinheiro, mas certamente intensificam os processos erosivos que promovem a aceleração da instabilidade dos terrenos que assolam os bairros estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Defesa Civil de Maceió pelo apoio técnico e logístico disponibilizado e à colaboração de diversos moradores do bairro Pinheiro ao responder de forma voluntária e prestativa as entrevistas efetuadas. Neste ínterim, agradecemos as valiosas contribuições do engenheiro Passos, de Dona Jandira Santos e do senhor Cícero Sabino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. IGEOG-USP, Bol. Geomorfologia, SP, n. 19, 38p, 1969.
- ALENCAR, A. P. A. (2007). *A Expressão das Desigualdades Urbanas: Análise Espacial da Distribuição da Infra-Estrutura na Cidade de Maceió, Alagoas*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió/AL, 214p.
- ALMEIDA, A. J. P.; FERREIRA NETO, J. V. (2007). Mapeamento de áreas impermeáveis para caracterização da urbanização da bacia endorreica do Tabuleiro dos Martins, Maceió/AL. *Revista Contexto Geográfico – Instituto de Geografia/ UFAL*, 2(3), Maceió, p.100-109.
- BIGARELLA, J. J., Mousinho, M. R. (1965). Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia*, 16(17), 153-197.
- BÜDEL, J. (1982). *Climatic geomorphology*. Princeton: Princeton University Press, 443p.
- CARVALHO, L. M. (2012). *Processo de urbanização em área de bacia endorreica: caracterização dos padrões de ocupação dos espaços construídos e dos espaços livres de construção em Maceió - AL*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanização. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió/AL, 141p.
- CARVALHO, M. L. S. (2007). *A evolução do parcelamento do solo em Maceió entre 1950 e 1970: uma análise dos bairros do Farol, Pinheiro, Pitanguinha e Gruta de Lourdes*. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Regional. Depto. de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife/PE, 172p.
- COLTRINARI, L. (2011). Paleosurfaces in southeastern Brazil: São José dos Campos plateau landform evolution, *Geociências*, v. 30, n. 1, p. 113-120.
- COSTA, C. (1939). *Evolução urbana e social de Maceió no período Republicano*. Rio de Janeiro. Livraria José Olympio, 1939.
- COSTA, J. A.; RAMOS, V. A. (2004). O espaço urbano de Maceió – Ambiente Físico e Organização Sócio-Econômica. In: *Geografia, espaço, tempo e planejamento*. Edição comemorativa dos 50 anos do curso de Geografia em Alagoas. ARAÚJO, L. M. (Organizador).

DANTAS, M.E. (2013). Análise de padrões de relevo: um instrumento aplicado ao mapeamento da Geodiversidade. In: Bandeira I.C.N. (ed.) Geodiversidade do Estado do Maranhão, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cap. 10, Teresina/PI, p.133-140.

DANTAS, M. (2017). Biblioteca de padrões de relevo. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. In: <https://www.google.com.br/search?q=biblioteca+de+padroes+de+relevo+cprm&oq=biblioteca+de+padroes+de+relevo+cprm&aqs=chrome..69i57.18859j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso: abr/2019

FERREIRA NETO, J. V. (2015). Recursos hídricos da cidade de Maceió. In: Corrêa, D. S., Ferreira Neto, J. V., Luedemann, M.da S. (org.). Desenvolvimento Econômico e Social: Mundo, Brasil e Nordeste. Alagoas: Edufal, 240 p.

FERREIRA, R.V.; SHINZATO, E.; DANTAS, M.E. & TEIXEIRA, W.G. (2016). Origem das Paisagens do Estado de Alagoas, cap. 3. In: VILLANUEVA, T.C.B. & MARTINS, V.S. (eds.) Geodiversidade do Estado de Alagoas, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Recife/PE, p. 35-50.

FILIZOLA, H.F. & BOULET, R. (1996). Evolution and opening of closed depressions developed in a quartz-kaolinitic sedimentary substratum at Taubaté basin (São Paulo, Brazil), and analogy to the slope evolution. *Geomorphology*, v. 16, n. 1, p. 77-86.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Censo Demográfico -2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Produto Interno Bruto dos municípios - 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018.

JAPIASSU, L. A. T (2015). *Expansão urbana de Maceió, Alagoas: caracterização do processo de crescimento territorial urbano em face do plano de desenvolvimento - de 1980 a 2000*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió/AL, 165p.

LIMA, I.F. (1990). Maceió, a cidade restinga: contribuição ao estudo morfológico do litoral alagoano. Maceió: EDUFAL, 255p.

MAIA, R. P., BEZERRA, F. H. R. (2011). Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: Uma análise preliminar do contexto nordestino. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12(3), 37-46.

MELO, R. C.; ELLDORF, B. (2017). Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Maceió, Alagoas. [Recife]: CPRM.

MOHRIAK, W.U.; SZATMARI, P.; ANJOS, S.M.C. (2008). Sal: Geologia e Tectônica - exemplos nas bacias brasileiras. Ed. Beca, São Paulo, 448p.

NASCIMENTO, F. A. T.; BRAZ, M. C. A.; BARROSO, I. R. S.; HOLANDA, E. P. T.; BADIRU, A. I. (2016). O processo de ocupação do solo de Maceió: do porto de Jaraguá ao plano diretor. *Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas*, 3(2), Maceió, p.11-28.

NOGUEIRA, F. C. C; BEZERRA, F. H. R; CASTRO, D. L. Deformação rúptil em depósitos da formação Barreiras na porção leste da Bacia Potiguar. *Geologia USP. Série Científica*. v. 6: 51-59, 2006.

INMET, I. (2018). Instituto nacional de meteorologia.

RAMOS, A. M., REBELLO, E. R. G. (2018). Normais Climatológicas do Brasil 1981 – 2010, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, edição digital, 747p.

ROMÃO, V. S.; SANTOS, A. F. V; BADIRU, A. I. (2016). Ocupação de Maceió traçada desde o Porto de Jaraguá até o Plano Diretor. In: *4º GeoAlagoas – Simpósio sobre as geotecnologias e geoinformação no Estado de Alagoas*, 14p.

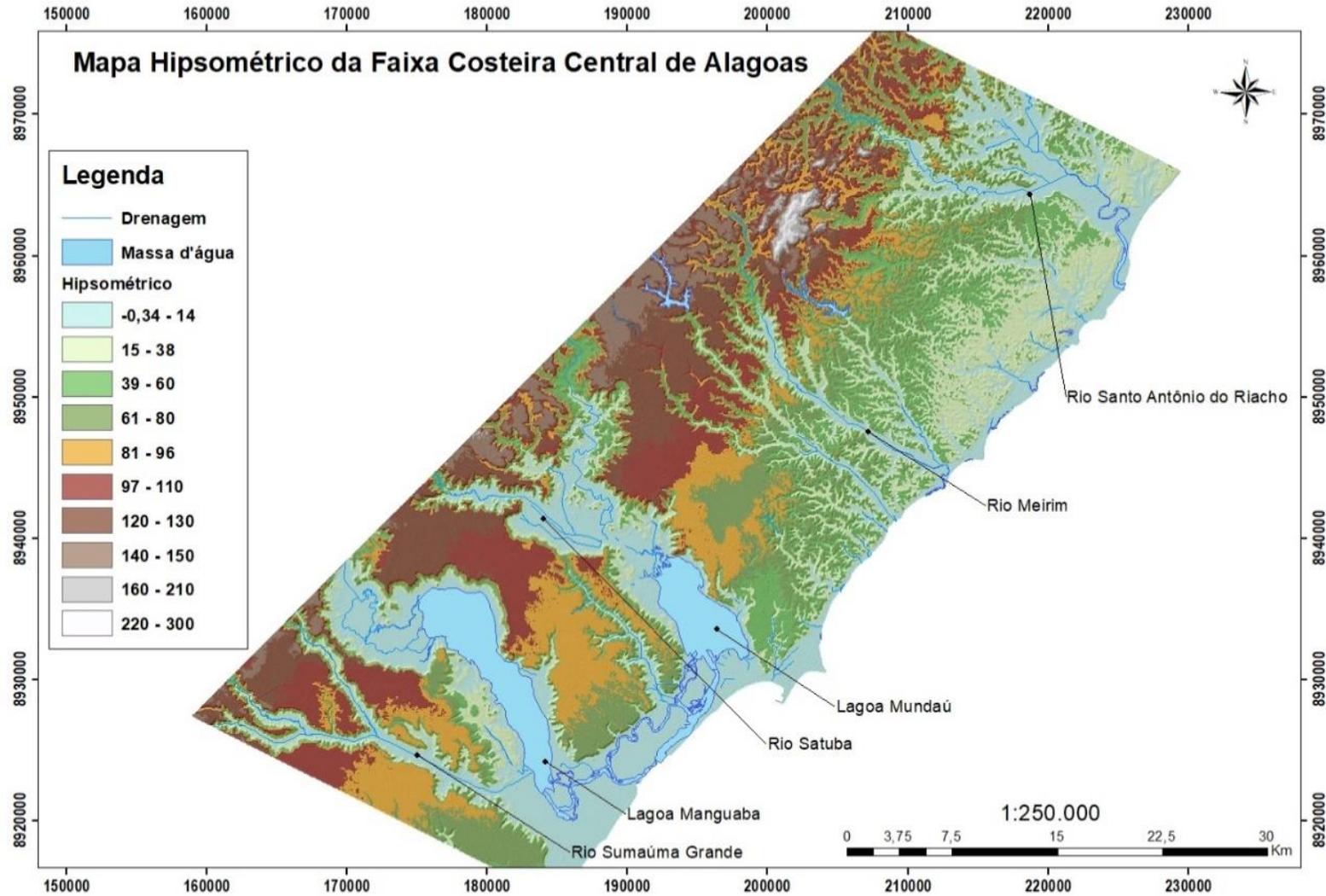
ROSS, J.L.S. (1992). O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Rev. Depto. Geografia, FFLCH-USP, São Paulo*, 6, p. 17-29.

SANTOS, M. S., DE FREITAS, G. A., FURRIER, M. (2013). Análise morfométrica e indícios de ação neotectônica na área correspondente à folha Pitimbu, litoral sul da Paraíba-nordeste do Brasil. *Cadernos de Geociências*, 10(2), 139-149.

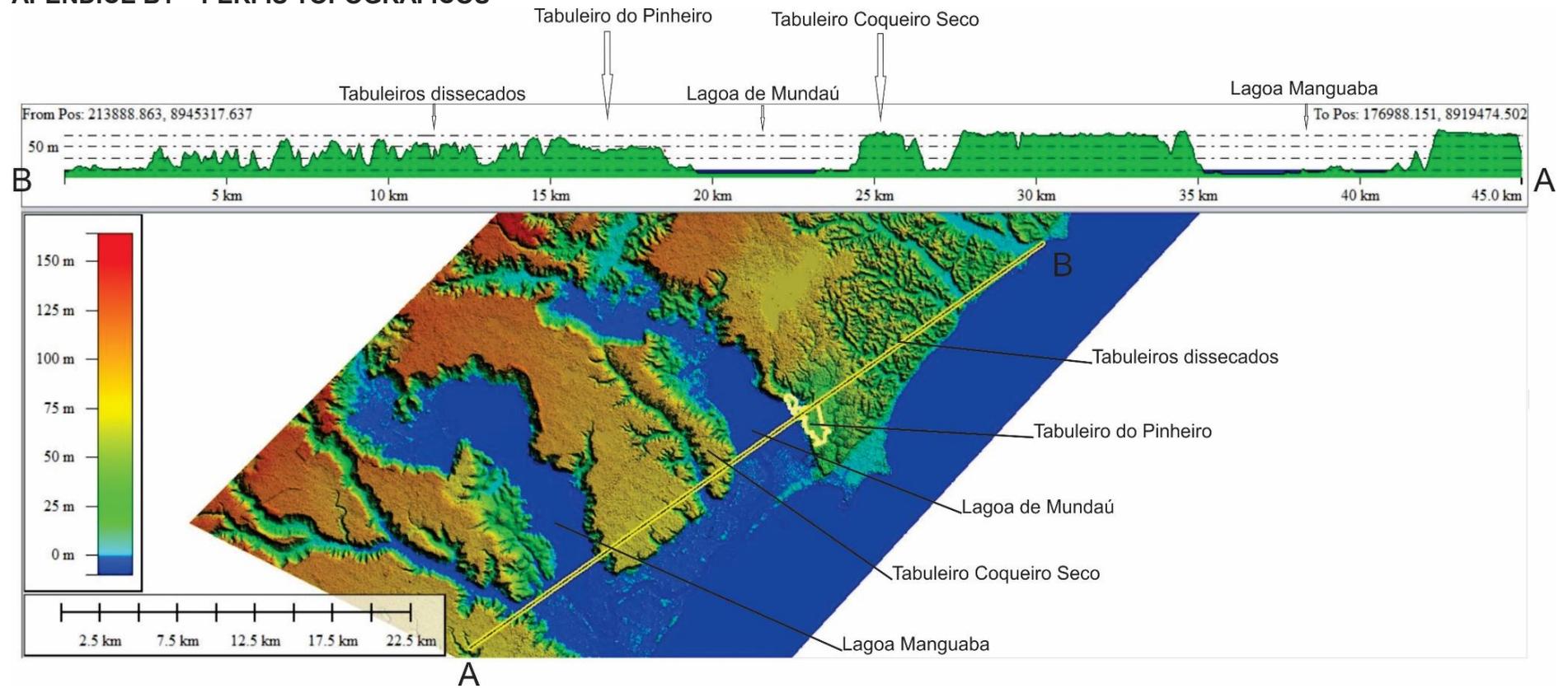
SCHAEFER, C.E.G.R. & DALRYMPLE, J. (1995). Landscape evolution in Roraima, North Amazonia: planation, paleosols and paleoclimates. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39, p. 1-28.

APÊNCIDES

APÊNDICE A – MAPA HIPSOMÉTRICO DA FAIXA COSTEIRA CENTRAL DE ALAGOAS



APÊNDICE B1 – PERFIS TOPOGRÁFICOS



APÊNDICE B2 - PERFIS TOPOGRÁFICOS

Tabuleiro do Pinheiro

