



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA

THAMIRES GUIZZARDI VAZ

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO FUNDAMENTO DO PRINCÍPIO JURÍDICO-AMBIENTAL DA PRECAUÇÃO, NO DISTRITO DE BENFICA, MUNICÍPIO DE BENEVIDES, REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, NORDESTE DO PARÁ

BELÉM – PARÁ

2013

THAMIRES GUIZZARDI VAZ

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO FUNDAMENTO DO PRINCÍPIO JURÍDICO-AMBIENTAL DA PRECAUÇÃO, NO DISTRITO DE BENFICA, MUNICÍPIO DE BENEVIDES, REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, NORDESTE DO PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Maurício da Silva Borges

BELÉM – PARÁ

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

-
- V393m Vaz, Thamires Guizzardi
Mapeamento geomorfológico como fundamento do princípio jurídico-ambiental da precaução, no distrito de Benfica, município de Benevides, região metropolitana de Belém, Nordeste do Pará / Thamires Guizzardi Vaz – 2013
59 f. : il.
Orientador: Maurício da Silva Borges
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2013.
1. . Geomorfologia – Pará. 2. Formas de relevo. 3. Direito ambiental. 4. Princípio da Precaução. 5. Geodireito. 6. Distrito de Benfica. 7. Nordeste do Pará. I. Borges, Maurício da Silva, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.
- CDD 22ª ed.: 551.41098115
-

THAMIRES GUIZZARDI VAZ

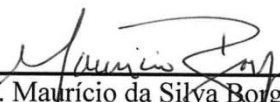
MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO FUNDAMENTO DO PRINCÍPIO JURÍDICO-AMBIENTAL DA PRECAUÇÃO, NO DISTRITO DE BENFICA, MUNICÍPIO DE BENEVIDES, REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, NORDESTE DO PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

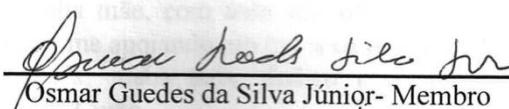
Data de aprovação: 17/09/2013

Conceito: EXCELENTE

Banca examinadora:


Prof. Maurício da Silva Borges - Orientador
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará


Prof. Evaldo Raimundo Pinto da Silva - Membro
Doutor em Geologia Econômica
Universidade Federal do Pará


Osmar Guedes da Silva Júnior - Membro
Mestre em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

Ao meu querido pai que sempre me ensinou que a educação é a minha herança e sempre me incentivou a seguir em frente.

A minha mãe, com toda sua simplicidade, esteve ao meu lado, me apoiando em todos os momentos.

A vocês, meus pais, dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Pará (PROEX-UFPA) pela Concessão de Bolsa de Extensão, no período do trabalho, no contexto do Projeto “Mapeamento do Meio Ambiente Físico e Direitos Humanos nos Municípios de Belém (Distrito de Mosqueiro), Ananindeua (Arquipélago do Maguari), Benevides e Colares, NE do Estado do Pará”.

Aos meus pais: Fernando que sempre pôs minha educação em primeiro lugar e a minha mãe Fátima que deu o melhor de si para nos educar e cuidar em momentos bons e ruins.

Aos professores do Instituto de Geociências que contribuíram de forma direta ou indireta à minha formação profissional, em especial, ao professor e orientador Maurício da Silva Bordes pela orientação e amizade.

Aos colegas e amigos de curso. Em especial das turmas de 2008 e 2009 que deixaram a competição de lado e estavam sempre dispostos ajudar.

“A indiferença com o meio ambiente é a
conivência com nossa destruição.”

Hans Alois.

RESUMO

Situada a nordeste da capital Belém, a região do Distrito de Benfica, Município de Benevides, vem passando por pressão ambiental, dada pela ocupação urbana que incide, em particular, sobre a área de transição entre o sistema geomorfológico colinoso, a sul e sudeste, e o sistema de planícies de inundação. O acompanhamento e controle da expansão urbana dependem de bases geológico-geomorfológicas adequadas; assim, o objetivo central da pesquisa foi interpretar as formas de relevo e produzir um mapa geomorfológico, tentativamente na escala 1:30.000, caracterizando os Grupamentos e Sistemas de Relevo existentes, de acordo com a metodologia proposta por Ponçano et al. (1979). Os problemas identificados na área do Distrito de Benfica, Murinin e no Município de Marituba foram a expansão da população, em loteamentos ou invasões, ocupando as áreas de “baixadas” próximas a “rios” e “igarapés”. Nestes locais há risco de assoreamento e inundações, bem como a degradação da base de recursos, pela exploração de argilas por olarias. Neste trabalho houve também, uma abordagem moderna e inovadora, na qual se tenta integrar a discussão de cunho geológico-geomorfológico à normatividade jurídico-ambiental, a saber, o Princípio da Precaução. Deste modo, este projeto pretende, através de uma abordagem aplicada da Geologia, atender às necessidades do Direito Ambiental, visando o fornecimento às comunidades Geológica e Jurídica, produtos transdisciplinares que constituam subsídios, para tornar mais objetiva a defesa do meio ambiente, a hermenêutica relacionada a aplicação nos casos concretos, em um contexto, por assim dizer, de “Geodireito”.

Palavras- chave: Geomorfologia – Pará. Formas de relevo. Direito ambiental. Princípio da Precaução. Geodireito. Distrito de Benfica. Nordeste do Pará.

ABSTRACT

Located at northeast from the Belém capital, the region of Benfica District (Benevides County) is passing by environmental pressure because of the urban occupation that focuses, in particular, about the transition area between the hilly geomorphological system, at south and southeast, and the floodplains system. The accompaniment and the control of the urban expansion depends on the adequate geological-geomorphological bases; thus, the main goal of the research was to interpret the forms of the relief and to produce a geomorphological map, tentatively in the 1:30.000 scale, featuring the existing Groups and Reliefs Systems. The identified problems in the area from Benfica district, Murinin and Marituba was the expansion of the population in allotments or invasions, occupying the areas of “lower areas” near to “rivers” and “streams”. In these places there is risk of siltation and floods, as well as the degradation of the resource base with the exploration of clay by the potteries. In this work there is also a modern and innovative attempt, in which tries to integrate the discussion of geological-geomorphological imprint to the legal environmental normativity, to know, the Principle of Precaution. In this way, this project intends, with an approach applied from the Geology, to answer the necessities of the Environmental Law, aiming the supply to the legal and geological communities with transdisciplinary products that constitute subsidies to make more objective the defense of the environment and also the hermeneutic related to the application in concrete cases, in a context, as it were, of “Geolaw”.

Key words: Geomorfology - Pará. Forms of the relief. Legal environmental normativity. Principle of Precaution. Geolaw. Benfica District. Northeast of Para.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Mapa de localização da região de estudo (delimitada em vermelho), nordeste do estado do Pará.....	18
Figura 02- Mapa da região e do alvo principal de estudo, o Distrito de Benfica, e suas vias de acesso principais (Av. Almirante Barroso, BR-316 e PA-391).....	19
Figura 03 - Compartimentação geotectônica da América do Sul.....	22
Figura 04 - Estruturas maiores do Terciário Superior da região nordeste do Pará. Pontilhado: Sequência Pirabas-Barreiras. Eixos de dobras: linhas com setas transversais convergentes em sinclinais ou divergentes em anticlinais.....	23
Figura 05 - Estruturas maiores do Quaternário da região nordeste do Pará. Eixos de dobras: linhas com setas transversais convergentes em sinclinais ou divergentes em anticlinais. Flechas divergentes: orientação do eixo distensivo σ_3	25
Figura 06 - Litoestratigrafia	26
Figura 07 - Mapa das unidades litoestratigráficas aflorantes no Distrito de Benfica.....	30
Figura 08 - Mapa hipsométrico da região da Folha Belém, com o Distrito de Benfica em destaque.....	32
Figura 09 - Mapa de declividade da região da Folha Belém, com o Distrito de Benfica em destaque.....	33
Figura 10 - Perfil topográfico confeccionado a partir do centro de Benevides ao distrito de Benfica, em que verifica-se um relevo colinoso, relevo de planície de inundação (planícies flúvio-marinhas) e relevo colinoso suave.....	35
Figura 11 - Perfil topográfico representando os níveis de pedimento e da planície de inundação (planícies flúvio-marinhas).....	36
Figura 12- Modelo digital de terreno da região da Folha Belém. Em destaque o Distrito de Benfica. Notar as porções mais dissecadas em laranja (colinas) e as menos dissecadas (planícies de inundação) em verde.....	37

Figura 13 - Esboço dos tipos de relevos sobreposto ao MDT, em tons de cinza. Siglas: Pa - Planícies Flúvio-Marinhas, Col - Colinas de Topo Plano e Cols - Colinas Suaves. Em destaque o Distrito de Benfica.....	39
Figura 14 A - Planície fluvio-marinha do igarapé Moreninho, próximo ao Furo do Tacho a noroeste do centro de Benfica. B e C - Planície flúvio-marinha próximo ao curso principal do Rio Paricatuba, a norte do centro de Benfica, onde funcionam empresas madeireiras.....	40
Figura 15 A e B- Relevo colinoso, apresentando vertentes convexas, com amplitudes de relevo inferiores a 60 metros, intensamente urbanizadas. Localização PA-391 e estrada para Benfica (NW da PA 391).....	42
Foto 16 A, B e C- Colinas amplas de gradientes muito suaves na região de Benfica. Apresenta amplitudes de relevo inferiores a 20 metros.....	44
Figura 17- Olaria na região de Benfica, próximo ao Rio Benfica.....	47
Figura 18 - Mapa de localização das olarias observadas em campo, próximas ao Rio Benfica. Também foram observadas invasões em áreas de planícies, próximas ao Igarapé Moreninho.....	48
Figura 19 A e B - Comparação entre fotografias aéreas feitas na década de 70 com imagens atuais de satélites do <i>Google Earth</i> mostrando a crescente ocupação das planícies de rios e furos em destaque pelas setas vermelhas. As setas abaixo a esquerda correspondem aos municípios de Ananindeua e Marituba. O distrito de Benfica apresenta-se em destaque na imagem (em preto).....	50
Figura 20 - Ocupação das áreas de planícies do Igarapé Moreninho, notar processo de antropização desta área ambiental protegida por lei.....	51
Figura 21 - Residências em área de planícies do Igarapé Moreninho, terreno alagadiço desfavorável à ocupação.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.3 METODOLOGIA.....	15
2. GENERALIDADES E GEOLOGIA DA ÁREA	18
2.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	18
2.2 ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS	19
2.2.1 Clima.....	19
2.2.2 Solos	20
2.2.3 Vegetação.....	20
2.2.4 Hidrografia.....	21
2.3 ARCAPOÇO ESTRUTURAL	21
2.4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	26
2.4.1 Grupo Barreiras	27
2.4.2. Unidade Cobertura Detrítico-Laterítica	28
2.4.3. Unidade Sedimentos Pós-Barreiras	29
2.4.4. Depósitos Argilosos Flúvio-Marinhos.....	30
3. RESULTADOS OBTIDOS	31
3.1. MAPA HIPSOMÉTRICO	31
3.2. MAPA DE DECLIVIDADE	32
3.3. PERFIS TOPOGRÁFICOS	34
3.4. MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT).....	36
4 GEOMORFOLOGIA	37
4.1. SISTEMA DE PLANÍCIES FLÚVIO-MARINHAS	39
4.2. SISTEMA DE COLINAS DE TOPO PLANO	41
4.3. SISTEMA DE COLINAS SUAVES.....	43
5. A UTILIZAÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS COMO AFERIÇÃO CONCRETA À APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO PARA EFETIVAÇÃO DO DIREITO AMBIENTAL	45
6. CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS	55

ANEXO.....	59
ANEXO A – MAPA GEOMORFOLÓGICO DO DISTRITO DE BENFICA	Erro!

Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

A região do Distrito de Benfica, localizada a noroeste do Município de Benevides, vem sendo submetida a processo de ocupação desordenada pela população de baixa renda e pelo Segundo Setor organizado, sobretudo pela indústria da Construção Civil, promovendo uma corrida crescente de especulação imobiliária local, para a construção de condomínios de alto padrão (a exemplo do que ocorre em Benevides) estendendo-se sobre terrenos sedimentares constituídos de rochas do Grupo Barreiras, normalmente intemperizadas, Coberturas Pós-Barreiras e sedimentos recentes.

O mapa geomorfológico da área foi produzido com recursos de Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG), fotointerpretação e levantamentos de campo. Foram gerados Modelos Digitais de Terreno (Modelo 3D), mapas de declividades e hipsométricos a partir de uma base planialtimétrica em meio digital, utilizando-se os *softwares ArcMap 10* e *Global Mapper 13*. Com base na textura do modelo 3D, em tons de cinza, foram reconhecidos os padrões de forma de relevo e delimitados os contatos entre eles, os quais foram posteriormente refinados, e aferidos por meio de mapa topográfico. O mapa geomorfológico digital resultante deste projeto de pesquisa encontra-se na escala 1:30.000, devendo apoiar novos estudos de uso e ocupação do meio físico, no Município de Benevides. A investigação, de plano, aponta para a necessidade de se dispor de estudos prévios de geomorfologia e de geologia, antes da abertura de estradas e loteamentos, visando apoiar a instalação de medidas protetivas, fulcradas na prevenção e/ou minimização de acidentes geológicos e impactos ambientais.

Assim, este trabalho constitui uma tentativa inovadora na Geologia, alargando o campo de aplicação desta, através da integração da abordagem geomorfológica à principiologia jurídico-ambiental. O produto alcançado fortalece a compreensão científica do espectro de incidência do Princípio da Precaução, em casos concretos de discussão do meio físico. Este novo viés de abordagem geológica é de fundamental importância, pois dá sustentação objetiva e concreta, aquela Norma Ambiental de elevada abstração jurídica. Deste modo, este estudo pretende, através de uma abordagem geológica, atender às necessidades do Direito Ambiental, visando o fornecimento às comunidades geológica e jurídica, de produtos transdisciplinares, que possibilitem opções eficazes.

1.1 JUSTIFICATIVA

A falta de dados mais pormenorizados sobre o relevo, unidades litológicas e estruturas da área de interesse tem produzido situações de risco geológico e ambiental, levando-se em conta

certos padrões de ocupação do meio físico, fruto da expansão populacional, mediante a instalação que seja de loteamentos ou de invasões desordenadas, em áreas de “baixadas”, situadas nas planícies flúvio-marinhas. Este antropismo, por hora, é de pequena monta. Contudo é preocupante, devido à importância ambiental destas áreas inundáveis, da margem direita da Baía do Marajó, cuja proteção é fundamental para que se mantenha o equilíbrio ecológico, como preconizado no Art. 225 CF como destacado por Borges et al. (2012). Segundo estes autores, é relevante o fato de que nestas paisagens estão contidos os Terrenos de Marinha, atualmente patrimônios da União e objetos da PEC de número 53 (2007) e da PEC de número 56 (2009). Nesse contexto produz-se a inegável necessidade de produtos adequados (mapas geológicos, geomorfológicos, etc.), para que se oriente todo o processo de uso e ocupação do meio abiótico.

Portanto, tendo em vista o caráter transdisciplinar deste trabalho, espera-se que o mesmo possa ser utilizado, como base para auxiliar os operadores do Direito e os tomadores de decisão, tornando eficazes as decisões, e mais céleres a solução de lides ambientais e a concretização do Direito Fundamental ao Meio Ambiente Sadio e Equilibrado, conforme preconizado pela Constituição Federal (BRASIL, 1988).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi o de contribuir com a geração de dados do meio físico, dados geomorfológicos, que pudessem ser úteis ao Direito Ambiental. Para tanto se buscou identificar e mapear os Sistemas de Relevo presentes na região do Distrito de Benfica e utilizar estes dados concretos, como fundamento do comando normativo, de alta abstração, representado pelo Princípio da Precaução.

Como objetivos específicos teve-se:

- Elaborar um Mapa Geomorfológico (em anexo) para o Distrito de Benfica em escala de detalhe de 1:30.000;
- Avaliar a aplicação dos dados geocientíficos, como fulcros objetivos, para nortear a aplicação do Princípio da Precaução, em casos relativos ao meio ambiente abiótico.

1.3 METODOLOGIA

Na elaboração do trabalho foram integradas as informações anteriores produzidas obtidas na literatura, dentre estas informações: o mapa geológico de escala regional da Folha Belém (Oliveira e Silva, 2011), o mapa geomorfológico na escala de 1:1.000.000 do Projeto Radam (Barbosa et al., 1974) como também buscou se metodologias e técnicas já consagradas e utilizadas em trabalhos da

mesma natureza. Foram realizadas interpretação de fotos aéreas, imagens de satélite e mapa topográfico. As etapas de campo destinaram-se à coleta de dados e checagem de informações fotointerpretadas. A utilização de SIG voltou-se para análise, integração e produção de mapas, baseados nos seguintes documentos e materiais:

- Folha plani-altimétrica do Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980). Folha SA.22-X-D-III-3, escala 1:50.000;
- Banco de dados das descrições de campo (do autor);
- Banco de fotografias de campo (do autor);
- Cópias de fotografias aéreas do Projeto Capim-Gurupi (DNPM/CPRM) 1976, escala 1:70.000. Folha AS-22-X-D-III. Foto-índice 384. Fotos: 11024, 11025, 11014, 11015;
- Base geomorfológica regional, escala original 1:1.000.000. Projeto RADAM (Barbosa et al., 1974).
- Mapa Geológico da Região nordeste do Pará, escala 1:100.000 (Oliveira e Silva, 2011);
- Imagem LANDSAT TM 5, P233R061 09/08/2006, composta por seis bandas (1, 2, 3, 4, 5 e 7).
- Imagem SRTM, Folha SA.22-X-D, escala 1:250.000. Disponível no site da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Brasil em Relevo: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>.

Utilização de SIG

A interpretação de fotos aéreas possibilitou reconhecer algumas das unidades de relevo e a extração da rede de drenagem. Os dados fotointerpretados foram digitalizados diretamente no ArcGis 10, pois foram previamente confeccionados os anaglifos em 3D gerados pelo *software Zooner Photo Studio 14*.

A imagem LANDSAT T5 foi tratada por meio do software *ENVI 4.7*, para visualizar e delimitar as formas de relevo da área. Tentou-se aplicar as metodologias propostas por Carneiro, e Souza (2003) como: a técnica de primeira componente principal (PC1), com objetivo de ressaltar texturas; outra tentativa foi trabalhar somente com a banda 4 em tons de cinza, já que esta, de acordo com a metodologia, mostrara-se ser melhor para visualizar a textura da imagem. Os resultados foram parcialmente aproveitados, pelo fato de a imagem mostrar diferenças texturais apenas na escala da imagem 1:500.000 e perder-se definição, na escala de semidetalhe, necessária para este trabalho. Porém, as imagens possibilitaram observar a distribuição das manchas de ocupação na área.

As imagens SRTM são disponibilizadas gratuitamente no site da EMBRAPA com escala 1:250.000 (IBGE). Segundo Paiva *et al* (2009), a partir de dados de arquivos SRTM é possível analisar o relevo de um município. De fato a imagem SRTM foi a que obteve os melhores resultados para este trabalho. Após a obtenção da imagem, esta foi, então, recortada segundo base em *shapefile* do mapa topográfico do Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980). Após obtenção destes arquivos foram elaborados os seguintes produtos:

- ✓ Mapa hipsométrico: construído no software *Global Mapper 13*® através da ferramenta *custom shader*, a qual pode se inserir valores de equidistância entre as cotas altimétricas. As classes foram selecionadas de 10 em 10 metros, sendo a cota mínima de 0 metros, e a máxima de 60 metros.

- ✓ Mapa de Declividade: gerado a partir da extensão *3D Analyst*, no software *ArcMap 10*, a imagem foi transformada em *slope* para gerar o mapa de declividade. As classes selecionadas foram de 0 a 5% representando a classe onde o terreno é plano, de 5 a 15% semi-ondulado e 15% ondulado.

- ✓ Perfis Topográficos: foram elaborados no software *Global Mapper 13*®, com a ferramenta *3D Path Profile/Line of Sight Tool* e *ArcMap 10* com a ferramenta *Interpolate Line*. Os perfis foram selecionados em porções amostrais pela área do município.

- ✓ Modelo 3D: foram extraídas as curvas de nível empregadas para construção do Modelo 3D da área utilizando a ferramenta 3D do software *Global Mapper*.

Desta forma foi possível identificar a partir da altitude e da equidistâncias das curvas de nível as principais unidades morfológicas da região de Benfica e adjacências.

A partir do mapa topográfico Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980) obteve-se as cotas altimétricas, a amplitude relativa do relevo e domínios sucessivamente maiores na hierarquia da rede de drenagem. Este mapa auxiliou no trabalho com as cotas advindas da imagem SRTM, pois este tipo de radar reflete a copa das arvores ocasionando em cotas falsas. De modo que foram comparadas as cotas medidas do mapa topográfico para averiguar os dados obtidos com a imagem SRTM.

Etapa de campo

Os trabalhos de campo tiveram o objetivo de coletar dados adicionais, a exemplo das fotografias, e examinar as feições fotointerpretadas, a partir dos dados da imagem SRTM e da base cartográfica em escala 1:50.000.

Integração de dados e produção do mapa geomorfológico

A sistematização e análise dos dados obtidos deram origem ao mapa geomorfológico em escala 1:30.000. Em ambiente SIG (*software* ArcGis 10), fez-se o processo de análise, integração e interpretação dos dados; e edição do mapa geomorfológico final.

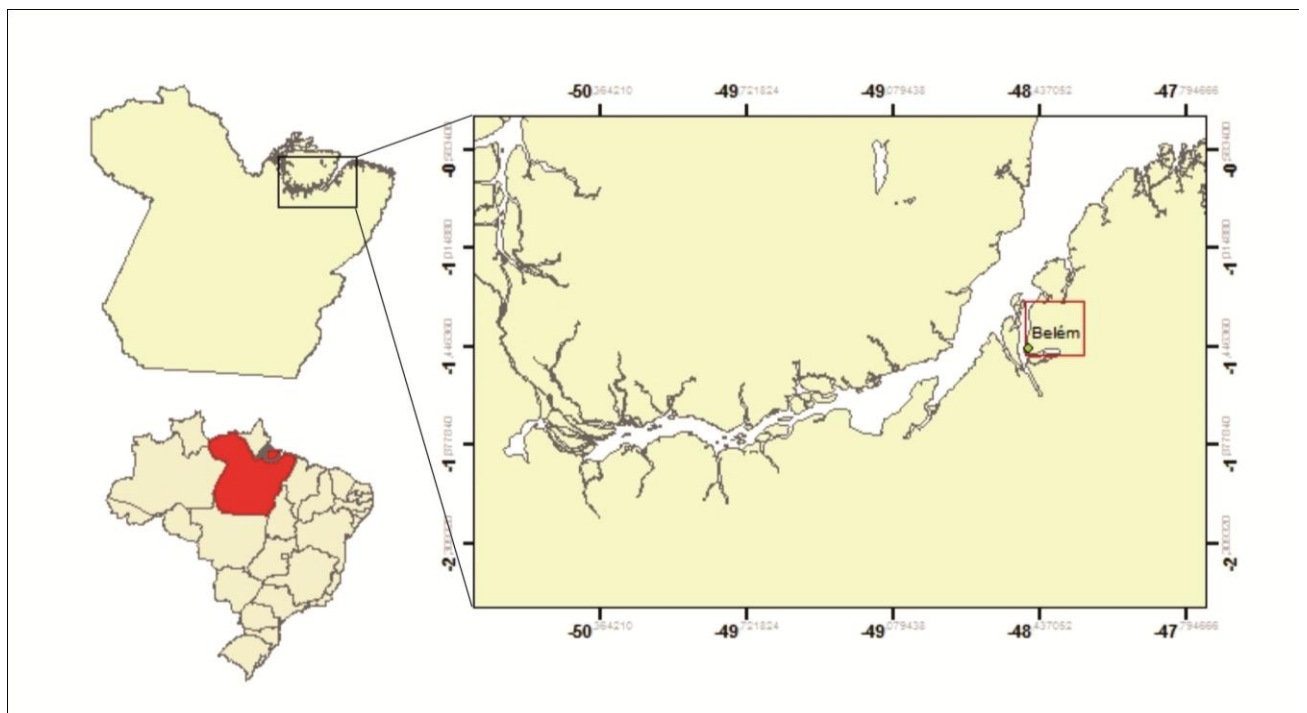
2. GENERALIDADES E GEOLOGIA DA ÁREA

2.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Distrito de Benfica está localizado no Município de Benevides, região metropolitana de Belém (Figura 1), situada na Folha Belém SA.22-X-D-III, nordeste do Estado do Pará.

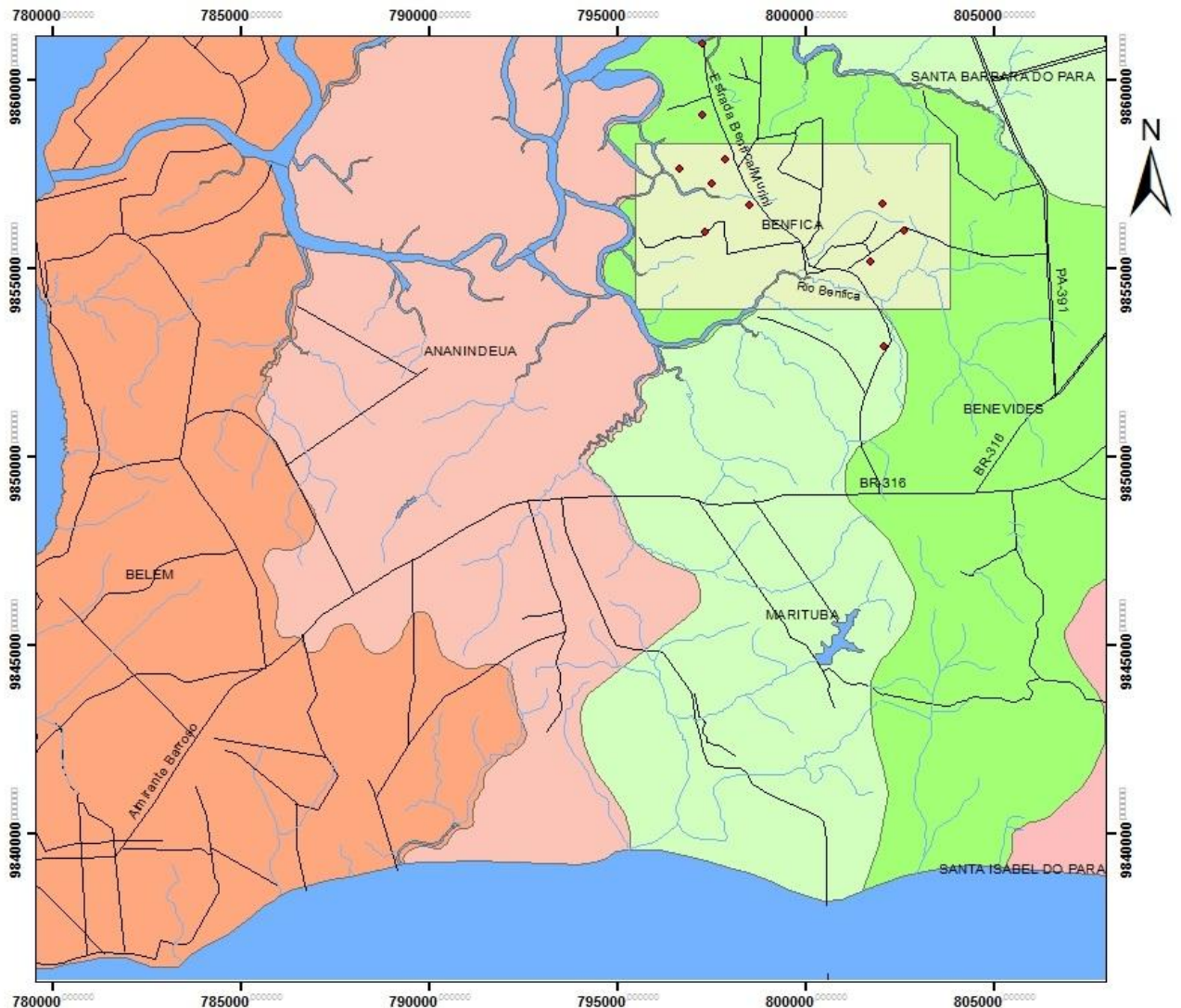
O acesso é facilitado devido à presença de uma extensa malha rodoviária. Saindo de Belém, o acesso se dá pela Avenida Almirante Barroso, pela qual se tem acesso a BR-316 que corta os municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides. Em Benevides tem-se acesso a PA-391, a partir da qual pega-se estradas vicinais a noroeste para Benfica (Figura 2).

Figura 1- Mapa de localização da região de estudo (delimitada em vermelho), nordeste do estado do Pará.



Fonte: Do autor.

Figura 2: Mapa de localização área principal de estudo, o Distrito de Benfica, e suas vias de acesso principais (Av. Almirante Barroso, BR-316 e PA-391). Em vermelho os pontos visitados.



Fonte: Do autor

2.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.2.1 Clima

O clima que predomina na região metropolitana de Belém é o equatorial úmido, no qual apresenta precipitação pluviométrica total de 2.893,1 mm (DNMET, 1992). A coluna pluviométrica alcança cotas elevadas, atingindo uma média total anual de 2500 – 3000 mm, com cerca de 180 dias de chuva, deste modo, as estações são reguladas pela pluviosidade e não pela temperatura; apresentando duas estações definidas – estação chuvosa e seca – segundo a maior ou a menor frequência de chuvas (Diniz, 1986).

A alta umidade relativa do ar, com média anual de 84,0 % (DNMET, 1992) favorece a formação de chuvas de convecção, cuja precipitação é evidenciada após o período de máxima insolação diurna (Bahia, 2003).

A temperatura média é de 25,9 °C (DNMET, 1992). Em que varia de 30° C nas horas de maior insolação e 23° C durante a madrugada (Piratoba Morales, 2002).

De modo geral, a época mais chuvosa ocorre normalmente a partir de dezembro e tem duração de cinco ou seis meses, dos quais, março, é o mês mais chuvoso. Na época menos chuvosa, de julho a novembro, predominam as chuvas de caráter convectivo, geralmente de grande intensidade e curta duração (Bahia, 2003).

2.2.2 Solos

A pedologia na região metropolitana de Belém apresenta cinco tipos de solos predominantes, o de maior ocorrência os latossolos amarelos, seguido por concrecionário laterítico, clay pouco húmico, podzol hidrofórmico e areias quartzosas (Vieira e Santos, 1987).

Farias et al. (1992) descrevem o latossolo amarelo como um solo profundo e envelhecido, ácido a fortemente ácido, com boa qualidade de drenagem formado a partir dos sedimentos do Grupo Barreiras na região. O segundo tipo, concrecionário laterítico, encontra-se intemperizado, apresentando em sua constituição uma mistura de partículas mineralógicas finas e concreções de um arenito ferruginoso. Trata-se de um solo originado dos sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras e sua ocorrência aparece em relevo suave ondulado e fortemente ondulado.

Os solos do tipo clay pouco húmico, apresentam, originalmente, sedimentos do Quaternário (evidenciado pelo alto teor de silte encontrado nos mesmos), elevados teores de matéria orgânica, sendo fortemente ácidos e mal drenados. Os solos podzólicos hidromórficos caracterizam-se por possuir uma textura arenosa, geralmente profundos, com acidez elevada, apresentando horizontes bem diferenciados e baixa fertilidade natural. Desenvolvem-se sobre os sedimentos arenosos do Quaternário. As Areias Quartzosas são solos originados de sedimentos arenosos do Quaternário, fortemente drenados, bastante permeáveis e com conteúdo de argila inferior a 15%.

2.2.3 Vegetação

A vegetação original da região metropolitana de Belém foi de uma Floresta Tropical Úmida Perenifolia, com grande heterogeneidade na composição das espécies florestais (Cortez et al., 2000). A região em questão revela áreas ainda cobertas por vegetação primitiva e áreas em que a mesma foi sendo alterada na sua cobertura original, sendo a maior parte desflorestada devido à

urbanização (Cortez et al., 2000). Esta cobertura vegetal pode ser representada por dois tipos: 1) as de Terra Firme, subdivididas em Floresta Densa de Terra Firme, Floresta Aberta de Terra Firme e Capoeira de Terra Firme e 2) as de Várzea classificadas como Florestas de Várzea, Floresta de Igapó Original e Capoeira de Várzea. A diferenciação fitofisionômica está em função do solo, da topografia e das águas (Moreira, 1966).

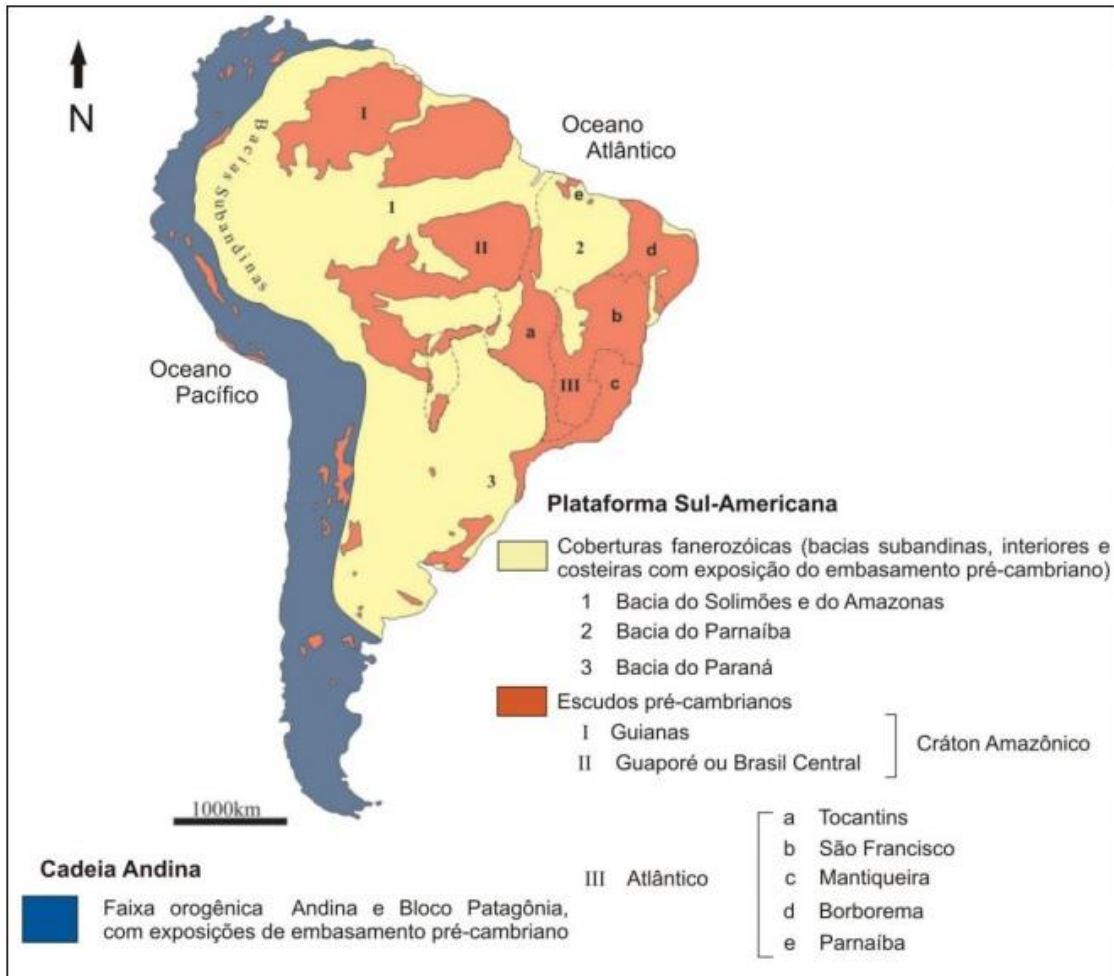
2.2.4 Hidrografia

As principais bacias hidrográficas a região metropolitana de Belém pertencem ao Rio Guamá, ao Furo do Maguari e ao Furo das Marinhas. A drenagem final é do Rio Guamá para a Baía de Guajará e desta e dos Furos Maguari e das Marinhas, intercomunicantes, para a Baía de Marajó, na parte sul do estuário do Rio Amazonas. Essa drenagem e os baixos cursos de seus afluentes estão sob a influência da maré (Cortez et al., 2000). Além destas, inúmeros igarapés cortam as cidades e se destacam em sua importância, com relação a topografia e com a formação e evolução dos vales, que modelam os diferentes níveis de relevos existentes. A baía de Guajará faz parte do estuário do Rio Amazonas e tem continuidade na baía de Marajó, sofrendo diretamente a influência das marés oceânicas. Suas águas são barrentas e no período de baixa pluviosidade na região, ficam salobras devido à proximidade com as águas oceânicas (Bahia, 2003).

2.3 ARCABOUÇO ESTRUTURAL

As grandes unidades geotectônicas que constituem o continente sul-americano são a Plataforma Sul-Americana e a Cadeia Andina (Almeida et al., 1981). O território brasileiro ocupa grande parte da Plataforma Sul- Americana, definida por três escudos pré-cambrianos, denominados Brasil Central ou Guaporé, das Guianas e Atlântico, além de extensas áreas de coberturas plataformais fanerozóicas, acumuladas em diversas bacias sedimentares, destacando-se as do Amazonas e Solimões, do Paraná e do Parnaíba (Figura 3).

Figura 3 - Compartimentação geotectônica da América do Sul.



Fonte: Almeida et al., (1977, 1981).

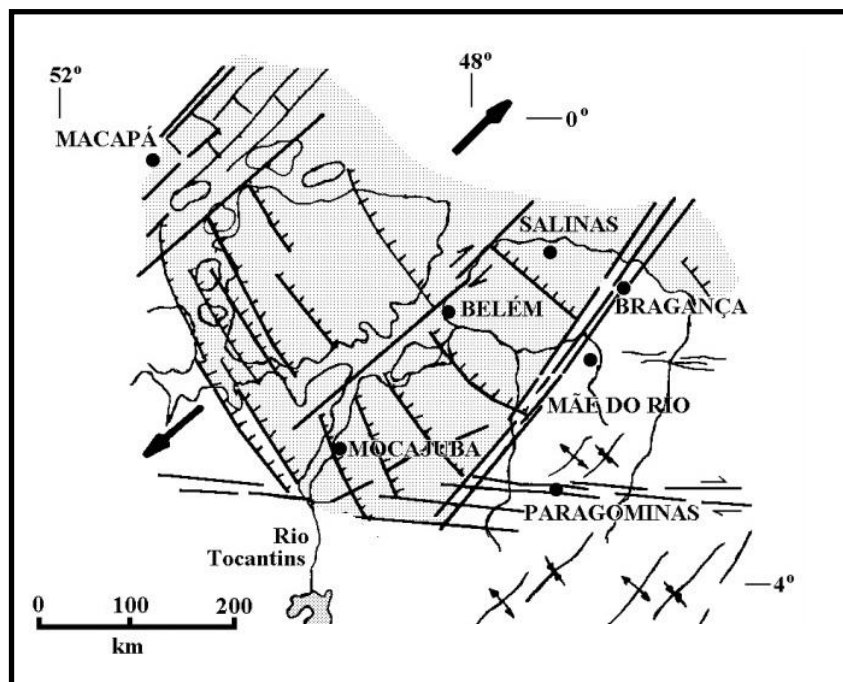
O Cráton Amazônico representa uma grande placa litosférica continental, constituída por várias províncias crustais, as quais são compostas por rochas granito - gnáissicas de médio a alto grau metamórfico e seqüências supracrustais de baixo a médio grau, sobre o qual foram instalados vários tipos de coberturas vulcânicas, sedimentares, bacias sedimentares fanerozóicas, cortadas por corpos graníticos (Almeida, 1978 apud Bandeira, 2008). As idades vão do arqueano a mesoproterozóico, tendo sido estabilizada tectonicamente em torno de 1,0 Ga, se comportando então como uma placa estável no Neoproterozóico, durante o desenvolvimento das faixas orogênicas marginais brasileiras (Brito Neves e Cordani, 1991).

A neotectônica da região amazônica é marcada por estruturas, seqüências sedimentares, padrões de rede de drenagem e sistemas de relevo, cujas características vêm sendo gradativamente desvendadas (Costa et al., 1996).

A região nordeste do Pará localiza-se na área situada entre o “Bico do Papagaio” (confluência entre os rios Araguaia e Tocantins) e o litoral, incluindo a Ilha de Marajó, em que incluem também movimentos tectônicos do Terciário Superior e do Quaternário (J.B.S. Costa et al., 1993, 1994; Borges et al., 1995 a, b apud Costa et al., 1996) (Figuras 4 e 5). As estruturas que correspondem ao Terciário Superior (Mioceno-Plioceno), mostrado na Figura 4, é formado por um compartimento transtensivo e outro transpressivo, de acordo com Costa et al. (1996).

O compartimento transpressivo ocupa a área entre os municípios de Marabá e Paragominas, atingindo o oeste do Maranhão e tem a forma de romboedro. Os limites norte e sul correspondem a feixes de falhas transcorrentes E-W dextrais que afetam principalmente as seqüências sedimentares da Formação Ipixuna, atribuídas ao Terciário Inferior, bem como o perfil laterítico maturo, bauxítico-fosfático.

Figura 4 - Estruturas maiores do Terciário Superior da região nordeste do Pará. Pontilhado: Seqüência Pirabas-Barreiras. Eixos de dobras: linhas com setas transversais convergentes em sinclinais ou divergentes em anticlinais. Flechas divergentes: orientação do eixo distensivo σ_3 . Flechas convergentes: orientação do eixo compressivo σ_1 .



Fonte: Modificado de Costa et al (1996).

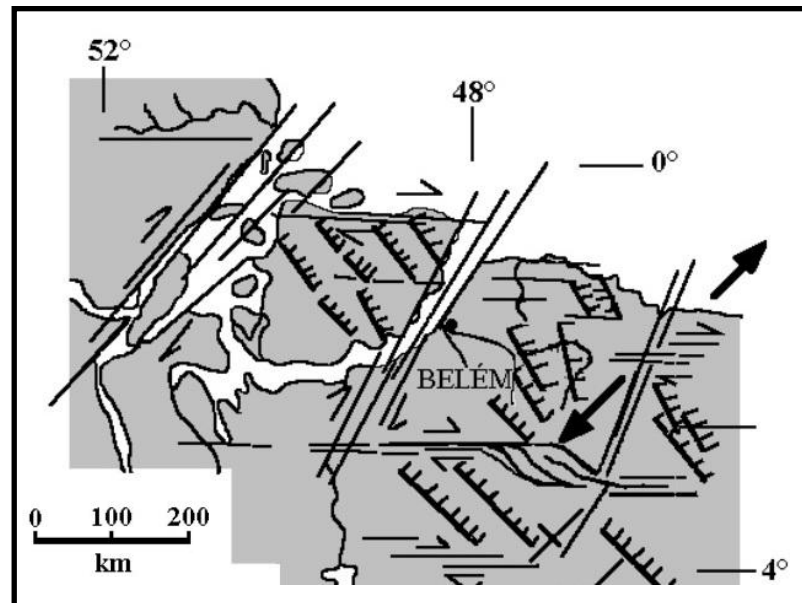
O compartimento transtensivo que abarca a ilha de Marajó e o extremo nordeste do estado, entre o município de Ipixuna e o litoral, e refere-se à bacia que alojou os sedimentos da Formação Pirabas e do Grupo Barreiras. As falhas-mestras normais que controlaram a instalação das seqüências sedimentares são observadas apenas em linhas sísmicas, orientam-se preferencialmente na direção NW-SE, mergulham para NE e têm perfis lítricos e planares; não sendo simples sua

individualização em campo, pois elas foram reativadas também como falhas normais durante a evolução do Quaternário.

O desenvolvimento da bacia foi interpretado por Costa et al.(1995) e Borges et al.(1995a) apud Costa et al. (1996), com base em dados sedimentológicos, como tendo ocorrido em duas etapas principais: a primeira refere-se à individualização de falhas normais que propiciaram a ingressão do mar em uma extensa área, resultando na deposição da seqüência carbonática da Formação Pirabas, principalmente nas partes nordeste e leste da bacia, e a segunda relaciona-se à progressão da movimentação ao longo das falhas normais e responde pela deposição da seqüência siliciclástica do Grupo Barreiras. Para Igreja (1992); Costa et al.(1994), (1995) apud Costa et al. (1996), interpretaram essa bacia como decorrente do último pulso extensional no continente do evento que gerou o Oceano Atlântico, o Evento Sul-Atlantiano.

Diversas falhas transcorrentes NE-SW atuaram durante a evolução da bacia, como a que passa em frente à cidade de Belém, figura X, pode ter controlado a distribuição das seqüências sedimentares na direção NW-SE, já que não há ocorrência de sedimentos carbonáticos da Formação Pirabas, de forma expressiva, na região da Ilha de Marajó. O quadro de estruturas do Quaternário (Pleistoceno Médio-Holoceno), mostrado na figura 5, compreende vários feixes de falhas transcorrentes dextrais E-W que se interligam através de falhas normais de direção NW-SE, NNW-SSE e N-S, definindo várias estruturas romboédricas transtensivas (bacias de afastamento) de dimensões variadas. Essas estruturas afetam as seqüências sedimentares do Terciário Superior (Formação Pirabas e Grupo Barreiras) e o perfil laterítico imaturo, que se constitui em boa referência para demonstrar que os rejeitos das falhas normais variam de poucos metros a várias dezenas de metros (Costa et al., 1996).

Figura 5 - Estruturas maiores do Quaternário da região nordeste do Pará. Eixos de dobras: linhas com setas transversais convergentes em sinclinais ou divergentes em anticlinais. Flechas divergentes: orientação do eixo distensivo σ_3 .



Fonte: Modificado de Costa et al 1996.

De acordo com Costa et al. (1996), os deslocamentos verticais ao longo das falhas normais respondem: (1) pela distribuição dos sedimentos da Formação Ipixuna e do Grupo Barreira sem faixas alternadas na região entre as cidades de Mãe do Rio e São Miguel do Guamá; (2) pelas exposições isoladas da seqüência carbonática da Formação Pirabas em meio aos sedimentos siliciclásticos do Grupo Barreiras, em decorrência de taxas altas de erosão das partes externas das capas soerguidas por rotação anti-horária; (3) pelo basculamento da Ilha de Marajó promovendo migração de canais em direção à região sudoeste, onde domina um sistema de drenagem astomosado; (4) pela deposição de grande parte das seqüências pleistocênico-holocênicas (Pós-Barreiras) de terraços fluviais, de depósitos de fluxos de detritos e de planícies costeiras; (5) pelo forte controle da dissecação do sistema colinoso; e (6) pelos arcos, cotovelos, segmentos retos, capturas e segmentos meandранtes nos elementos da rede de drenagem. O trecho do Rio Guamá entre Ourém e Belém é um bom modelo de captura pelas falhas normais.

Vários feixes de falhas transcorrentes orientados na direção NE-SW cortam algumas das estruturas apresentadas, são exemplos da última manifestação tectônica na região e estão fortemente atrelados à reativação das falhas transcorrentes que operaram no Terciário Superior. Nesse quadro sobressaem-se os feixes que controlam (1) as disposições do baixo curso do Rio Tocantins e da Baía de Marajó, e (2) a orientação geral do Rio Gurupi, que juntamente com os feixes menores

respondem, no geral, pela forma endentada do litoral, no caso caracterizada por rias (Costa et al., 1996).

2.4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

As unidades litoestratigráficas aflorantes na região do Distrito de Benfica e adjacências pertencem ao Cenozóico. De acordo com a proposta litoestratigráfica de Oliveira e Silva (2011) são encontradas na área de estudo os Depósitos Argilosos Flúvio-Marinhos, a Unidade Sedimentos Pós-Barreiras, Unidade cobertura detrítico-laterítica e o Grupo Barreiras (figura 6).

Figura 6 - Litoestratigrafia proposta por Oliveira e Silva (2011).

Cronoestratigrafia					Litologia			
Era	Período	Época	Estágio	Idade (Ma)	Oliveira & Silva (2011)			
Cenozoico	Quaternário	Holoceno		0	Depósitos Atuais	Depósitos de pântanos, praias, bancos lamosos e colúvios		
				0.005	Depósitos Argilosos Flúvio-marinhos	Sedimentos lamosos, argilosos e/ou argilo-siltosos associados a planícies flúvio-marinhas.		
		Pleistoceno	Superior		0.006	Unidade Sedimentos Pós-Barreiras	Formação Superficial Holocênica	Depósitos alúvio-colúvionares, alúvionares, colúviais, eluvionares, flúviais, eólicos e/ou praias.
					0.007			
					0.010			
					0.0117			
					0.0129			
					0.0138			
					0.0213			
					0.038			
		0.126	Formação Superficial Pleistocênica	Sedimentos arenosos e areno-conglomeráticos ferruginosos, ou não, de origem flúvia. Sedimentos arenosos de coloração branca amarelada de natureza eólica e/ou praia.				
		0.781	??????					
		1.806						
		1.806	Unidade cobertura detrítico-laterítica	Formação Superficial Intempérica (ou Formação Laterítica)	Lateritos imaturos via de regra truncados pela erosão e desmantelados.			
	Neógeno	Plioceno	Piacenziano	2.588	Grupo Barreiras	Formação Barreiras Superior	Sedimentos siliciclásticos arenosos, areno-conglomeráticos, conglomeráticos, pelíticos (maciços ou laminados), carbonosos (cinza a preto) e avermelhados quando oxidados, branco a branco-cinza quando intemperizados). Ambiente Flúvia, lagunar, estuarino e de planície de maré.	
			Zancleano	3.600				
		Mioceno	Messiniano	5.332				
			Tortoniano					
Serravaliano			11,6					
Langhiano			15,9					
Burdigaliano								
Aquitano			23,03					
			Formação Barreiras Inferior					

Fonte: Modificado de Oliveira e Silva (2011).

2.4.1 Grupo Barreiras

Segundo Dias et al. (1994) a denominação Barreiras é de cunho fisiográfico, usado inicialmente para designar sequências sedimentares cenozóicas que formam falésias ao longo da costa brasileira desde o estado do Amapá até o Rio de Janeiro, caracterizando-se pela ocorrência quase contínua e pela regularidade geomorfológica. Sua origem tem causado uma série de discussões devido ao fato desta unidade ter sido, tradicionalmente, considerada como de origem continental. Entretanto, trabalhos recentes tem descoberto evidências de influência marinha, tanto de natureza paleontológica quanto sedimentológica, presença de fósseis marinhos e restos de vegetação costeira em seus estratos (Arai, 2006).

O Grupo Barreiras de idade correspondente ao Oligoceno Superior - Mioceno Superior, apresenta grande variação faciológica, dominando a fácies argilosa com laminação plano paralela, argilo-arenosa com estruturas de *wave* e *linsen*, arenosa com estratificação sigmoidal e arenosa com estratificação cruzada acanalada (Costa et al., 2003). Estas rochas são atribuídas a ambientes que variam de plataforma externa, restrita/laguna e mangues/planícies, representativos de um sistema marinho marginal progradacional, além de leques aluviais a marinho transicional dominado por maré (canal de maré, planície de maré e mangue), provavelmente com características estuarinas (Rossetti et al., 2002).

Oliveira e Silva (2011) descrevem oito fácies sedimentares do Grupo Barreiras encontrados na Folha Belém SA. 22-X-D-III, nordeste do estado do Pará:

Fácies pelítica laminada: Composta por pelitos finamente laminados e dispostos em camadas por vezes lateralmente contínuas, ocorrendo na forma de pacotes espessos. As cores variam de cinza escuro a negro quando não intemperizados, cores vermelha, amarelada, cinza claro e branco quando intemperizados. Contém, por vezes, fósseis vegetais de folhas e galhos carbonizados, apresentando por vezes troncos e raízes goethizados e ferruginizados e Icnofósseis Thalassinoides.

Fácies pelítica maciça: Constituída de pelitos maciços, os quais apresentam originalmente coloração cinza escuro, e quando intemperizadas mostram cores variando de vermelha, amarelada a branca. Estes pelitos apresentam-se intemperizados e semi-endurecido devido a impregnação de óxi-hidróxido de ferro.

Fácies areno-argilosa com estruturas wavy e lenticular/linsen: Constituída por arenitos finos, siltitos e argilitos dispostos em lâminas suavemente onduladas e/ou lentes, definindo estruturas wavy e linsen. Esta fácies foi, inicialmente, observada na localidade Apeú, município de

Castanhal. Apresenta evidências de sedimentação marinha costeira tais como ritmitos de maré, conglomerados de canal de maré barras arenosas, icnofácies Skolithos e estruturas do tipo wavy e lenticular.

Fácies arenosa com estratificação plano-paralela: Definida por arenitos finos a médios, podendo ocorrer pequenos seixos e grânulos de quartzo dispersos, apresentando estratificação plano-paralela de baixo ângulo e sub-horizontal (Pedreira de Itaqui).

Fácies arenosa com estratificação cruzada acanalada: Composta por arenitos ferruginosos de granulação fina a média, coloração cinza escuro, apresentando estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte, encontrada nas pedreiras Boa Jesus e Pupunhateua, localizadas na porção norte e sudeste, respectivamente, da Folha Belém.

Fácies arenosa com estratificação cruzada sigmoidal: Arenitos de granulação fina a média, mal selecionados e com cimentação por óxido de ferro, o que lhe confere uma coloração cinza escuro a violácea. Observa-se nesta fácies a presença de lobos com estratificação sigmoidal, encontrada na Pedreira de Bom Jesus, norte da Folha Belém.

Fácies arenosa grossa a conglomerática: Definida por arenitos ferruginosos de granulação grossa a conglomerática, contendo seixos de quartzo, e apresentando ocasionalmente lentes ou lâminas de pelitos avermelhados e também clastos pelíticos angulosos a subangulosos, de coloração avermelhada ou amarelada.

Fácies conglomerática com clastos de pelito: Matriz arenosa grossa, ferruginosa, que sustenta clastos de pelitos angulosos a semi-arredondados, amarelados, com tamanhos variados, podendo atingir até 5 centímetros.

De acordo com Rossetti et al. (1989), os sedimentos do Grupo Barreiras indicam processos físicos sugestivos de inundações rápidas, provenientes de regiões mais elevadas, que teriam atravessado leques aluviais e se espraiado como fluxos em lençóis (sheet-flow) e/ou como canalizações rasas atingido partes mais deprimidas do sistema, havendo intensa deposição de argila. A diminuição da inclinação fez com que houvesse uma rápida desaceleração do fluxo, como evidenciado pelo predomínio de estruturas geradas em regime de fluxo inferior.

2.4.2. Unidade Cobertura Detrítico-Laterítica

Lateritos resultam dos processos de lateritização. São rochas, formadas pelo intemperismo tropical e paleotropical a partir de qualquer tipo de rocha exposta à superfície dos terrenos ou

próximo destes. São identificados através de perfis lateríticos, estes são estruturados em horizontes típicos e resultam da diferenciação textural, estrutural, mineralógica e química (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 e H_2O , predominantemente) durante a formação do perfil (Costa, 1991).

Os lateritos identificados na Folha Belém são do tipo imaturos posto que formam o relevo jovem da região, apresentando características típicas de baixo grau de evolução, onde a presença do horizonte ferruginoso é clássica (Costa, 2008 apud Oliveira e Silva, 2011).

2.4.3. Unidade Sedimentos Pós-Barreiras

O termo “Pós-Barreiras” foi designado inicialmente por Silva & Loewenstein (1968) apud Cortez et al. (2000) para caracterizar sedimentos amarelos, inconsolidados que repousam discordantemente sobre o paleossolo laterítico do Grupo Barreiras. É constituído litologicamente por sedimentos areno-argilosos, compostos principalmente por areia quartzosa e frações de silte e argila, além de leitos finos de seixos de arenitos ferruginos (Silva e Loewenstein, 1968 apud Cortez et al., 2000).

Segundo Rossetti et al. (2002), os sedimentos desta unidade estão relacionados à deposição de lama-areia em embaiamentos circundados por dunas eólicas, relacionada à uma elevação eustática ocorrida há 3 Ma, que culminou no acúmulo de uma delgada sucessão estuarina. Com o abaixamento do nível de base, houve exposição do topo seguido por uma erosão, que marca assim uma descontinuidade, implantando-se amplas canalizações, que revelaram a presença de areias grossas a muito grossas e mal selecionadas, e conglomerados com fragmentos de argila e feições ferruginosas, sugerindo implantação de canais fluviais. Posterior a essa fase de queda houve momento propício para o desenvolvimento de dunas eólicas de grande porte que preencheram a topografia negativa.

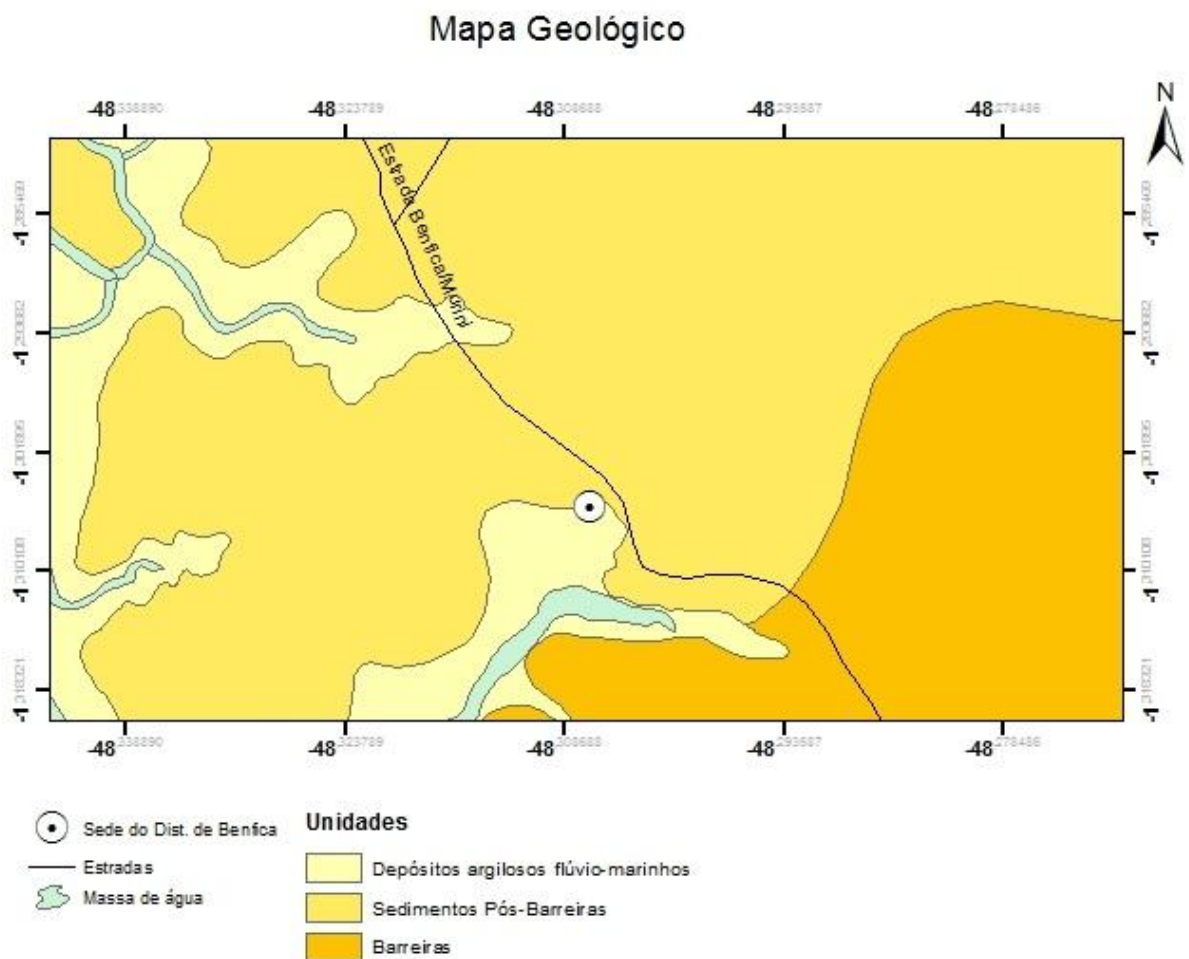
Oliveira e Silva (2011) dividem a Unidade Sedimento Pós-Barreiras em: Formação Superficial Pleistocênica, a qual corresponde a depósitos fluviais de paleocanais e os depósitos eólicos/praias, e representam registros de ambientes sedimentares pleistocênicos; e Formação Superficial Holocênica formada por depósitos sedimentares formados por processos desenvolvidos sobre o continente (aluviões, colúvios e elúvios) e/ou próximos à costa (Depósitos Eólicos/Praiais).

2.4.4. Depósitos Argilosos Flúvio-Marinhos

Correspondem aos sedimentos siliciclásticos, incoesos, lamosos, depositados nas planícies de inundações dos rios e furos, canais, (Figura 7) que constituem o sistema estuarino atual, e que sofrem influência de marés (Oliveira e Silva, 2011).

São compostos por planícies adjacentes às falésias inativas constituídas por sedimentos Barreiras e/ou pós-Barreiras associados. É inundável somente nas marés altas ou marés de sizígia. O terraço do rio Guamá constitui o exemplo desta unidade e é distribuído desde o extremo sudeste ao extremo sudoeste da área. Estas planícies caracterizam-se por apresentarem terrenos lamosos com vegetação característica de várzea e inundáveis periodicamente pela influência de marés, o que propicia a presença de áreas inundadas com escoamento impedido (pântanos). Podem, também, apresentar em épocas de verão, terrenos com superfícies secas, endurecidas, com ocorrências de gretas de contração atuais.

Figura 7 - Mapa das unidades litoestratigráficas aflorantes no Distrito de Benfica, com base na litoestratigrafia proposta por Oliveira e Silva (2011).



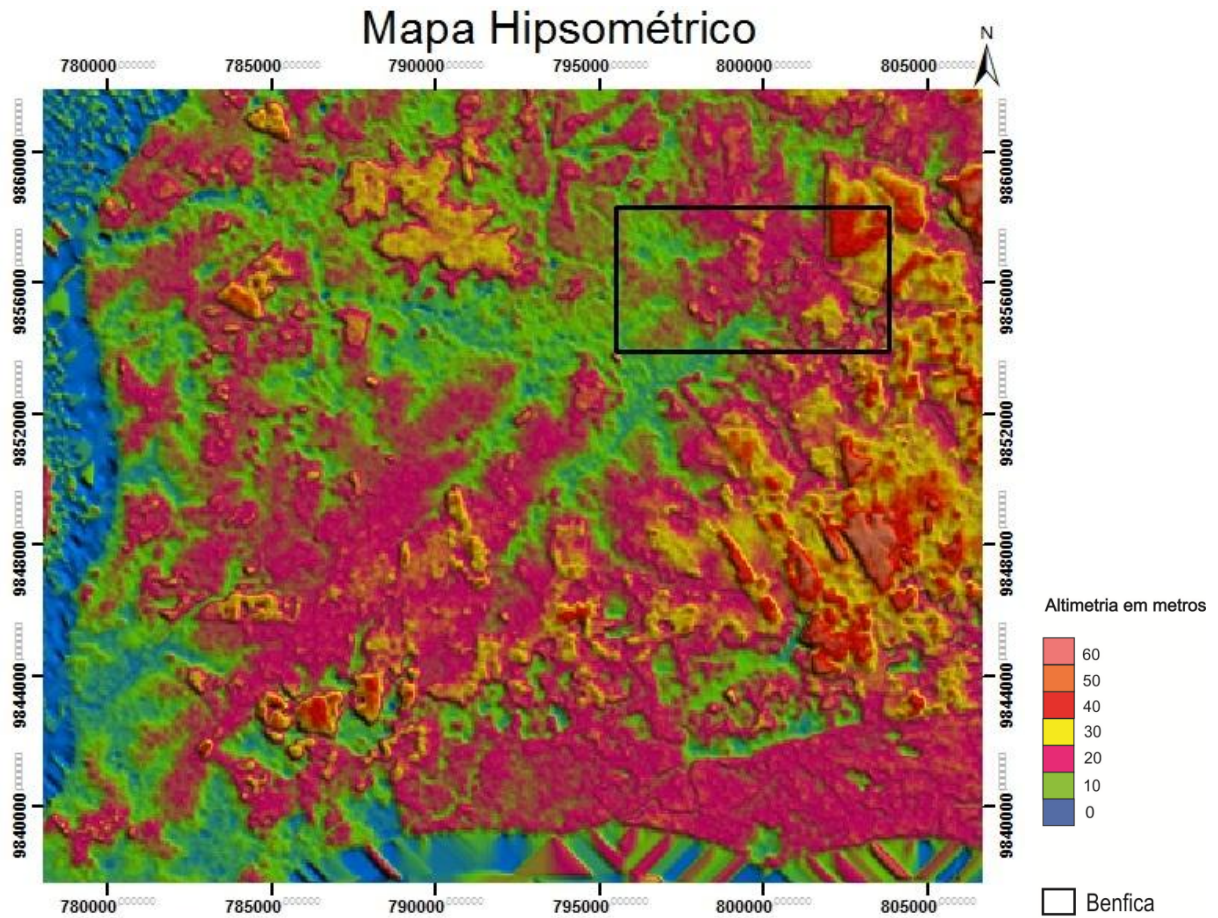
3. RESULTADOS OBTIDOS

Neste trabalho utilizou-se principalmente as imagens STRM, pois estas foram as que apresentaram os melhores resultados. Porém, como sua resolução é de 90 metros, pode gerar inúmeros erros para análises de semidetalhe, portanto fez-se a opção de, nesta fase, analisar, de forma geral, toda a região metropolitana de Belém com a intenção de minimizar os erros, além do fato de que auxiliou na percepção dos aspectos texturais do relevo.

3.1. MAPA HIPSOMÉTRICO

Inicialmente foi gerado o mapa de altimetria, que permite caracterizar a topografia e ajuda a individualizar as unidades que compõe a área. A altimetria da região oscila de 0 a 60 metros, resultando numa amplitude de 60 metros. Ao sul onde se localiza a sede do Município de Benevides predomina as cotas mais altas, acima de 30 metros, enquanto que ao norte, onde se localiza o Distrito de Benfica, as cotas são mais baixas e a variação menor, com a predominância de altitudes entre 10 e 20 metros. As altitudes inseridas entre 0 e 30 metros englobam cerca de 65% da área total, e cerca de 35 % estão em altitudes superiores a 30 metros. O mapa hipsométrico (Figura 8) mostra a distribuição das classes de altitude dentro dos limites da área.

Figura 8 - Mapa hipsométrico da região da Folha Belém, com o Distrito de Benfica em destaque.



Fonte: Do autor

As imagens SRTM, nesta região de altitudes predominantemente baixas, são influenciadas pelas copas das árvores, gerando feições angulosas na imagem, como quadradas e triangulares. Altímetros de até 60 metros são, de fato, encontradas na região sudeste do mapa, comprovado pelo mapa planialtimétrico do Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980).

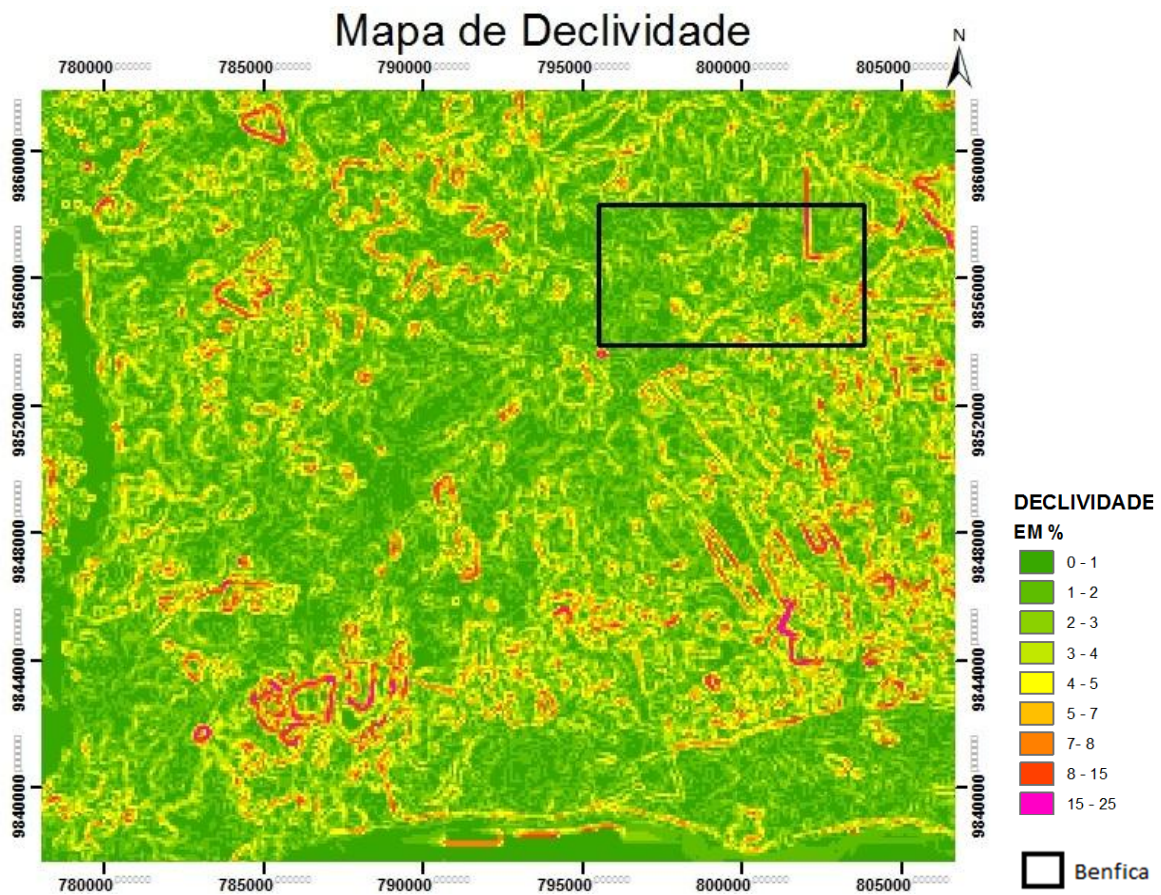
3.2. MAPA DE DECLIVIDADE

O conhecimento da declividade de uma determinada região é de importância fundamental na aplicação e interpretação da geomorfologia, devido a sua estreita relação com processos de transporte gravitacional, como, por exemplo, escoamento, erosão e deslizamentos. A declividade é definida como o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, normalmente expressa em ângulo ou em porcentagem (Valeriano, 2008 apud Duarte e Sabadia, 2011).

O mapa de declividade (figura 9) foi gerado a partir do MDT e compõe uma das formas de caracterizar o terreno, sendo um dos indicadores indispensáveis ao planejamento, pelos limiares que estabelece. A escolha das classes é também um fator relevante quando se analisa, por exemplo, a

dinâmica do escoamento superficial (Barros et al., 2009). As classes selecionadas para a área, com base na Carta Planialtimétrica do Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980) foram de 0 a 5% representando a classe onde o terreno é plano, de 5 a 15% semi-ondulado e >15% ondulado. A maior parte da área (cerca de 97 %) apresenta declividade abaixo de 15 graus e cerca de apenas 3 % estão inseridos em declividades entre 15 e 25 graus (Figura 9). O mapa de declividade (Figura 9) mostra a distribuição das classes de declividade dentro dos limites da área.

Figura 9 - Mapa de declividade da região da Folha Belém, com o Distrito de Benfica em destaque.



Fonte: Do autor.

A variável declividade combinada com outras variáveis pode fornecer informações à cerca do uso do solo e legislação ambiental, por exemplo, permitindo estabelecer a propensão à urbanização. Conjugada com a carta hipsométrica permite um resultado ainda mais fino, permitindo reconhecer as áreas potencialmente inundáveis. Considerando apenas as características físicas da bacia, as inundações são mais frequentes em áreas de baixas altitudes e de declives muito baixos, pois são os locais onde ocorre a saturação do solo e a água deixa de escoar e passa a acumular-se (Faria e Pedrosa, 2005 apud Barros et al., 2009). A área central e a noroeste da região metropolitana de Belém são as de maiores riscos, pois encontram-se em cotas, normalmente, menores que 10 metros, e a declividade, muito baixa, menor que 5%. Da mesma forma ocorre na porção oeste do

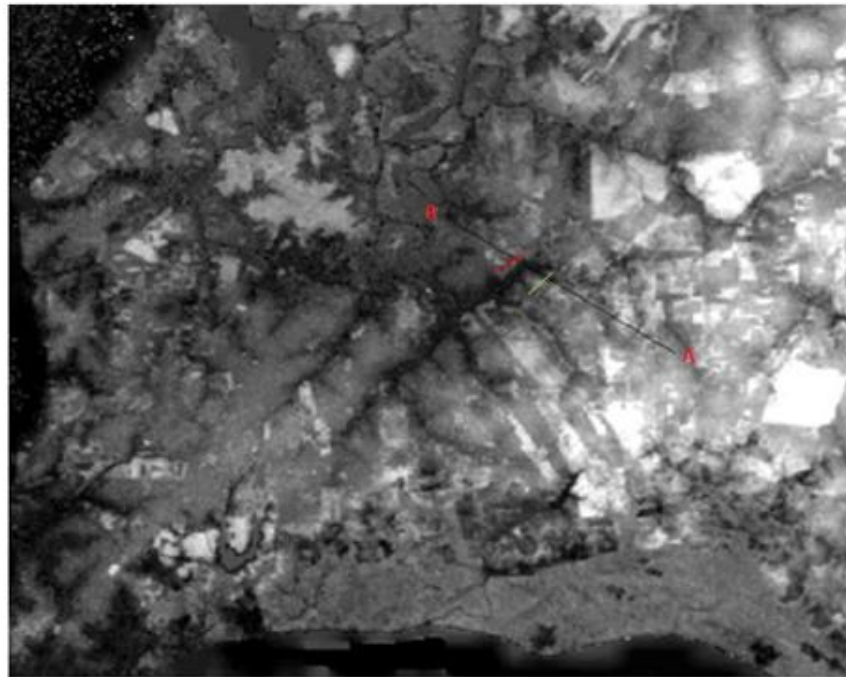
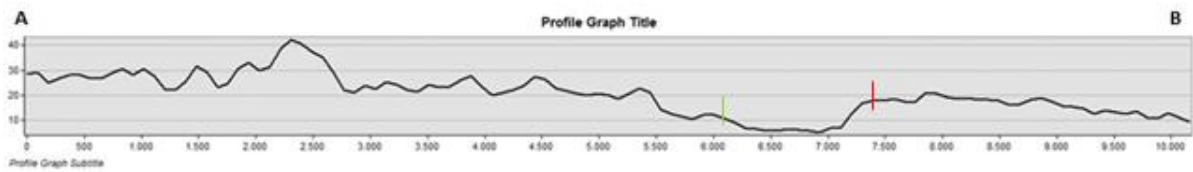
Distrito de Benfica (em destaque na figura 9) onde estas condicionantes de riscos também são encontradas.

3.3. PERFIS TOPOGRÁFICOS

Outro importante produto gerado através das informações de altimetria foram os perfis topográficos. Foram extraídos dois perfis (Figuras 10 e 11) na região de interesse, perpendicularmente aos alinhamentos principais. Os perfis foram selecionados em porções amostrais pela área do distrito e adjacências. Este tipo de material permitiu a visualização das formas das vertentes e do relevo auxiliando na delimitação das unidades.

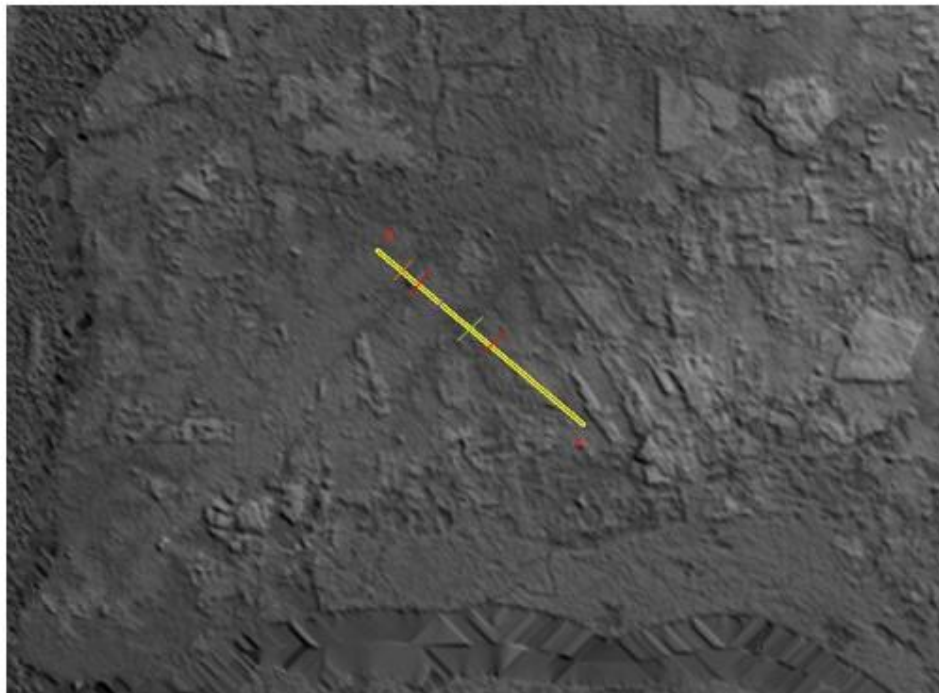
O perfil mostrado na figura 10 nota-se um relevo colinoso delimitado de “A” ao traço verde. O relevo de planície delimitado entre o traço verde e o vermelho. E um relevo colinoso mais suave delimitado entre o traço vermelho e “B”. Assim como na figura 11 em que observa-se um relevo colinoso delimitado de “A” ao traço vermelho. Um relevo colinoso mais suave delimitado entre o traço vermelho e o traço verde. O relevo de planície delimitado entre o traço verde e o roxo. Novamente um relevo colinoso mais suave delimitado entre o traço roxo e o vermelho. O relevo de planície.

Figura 10 - Perfil topográfico confeccionado a partir do centro de Benevides ao distrito de Benfica, em que verifica-se um relevo colinoso, relevo de planície de inunda  o (planícies flúvio-marinhas) e relevo colinoso suave.



Fonte: Do autor.

Figura 11 - Perfil topográfico representando os níveis de pedimento e da planície de inundação (planícies flúvio-marinhas).



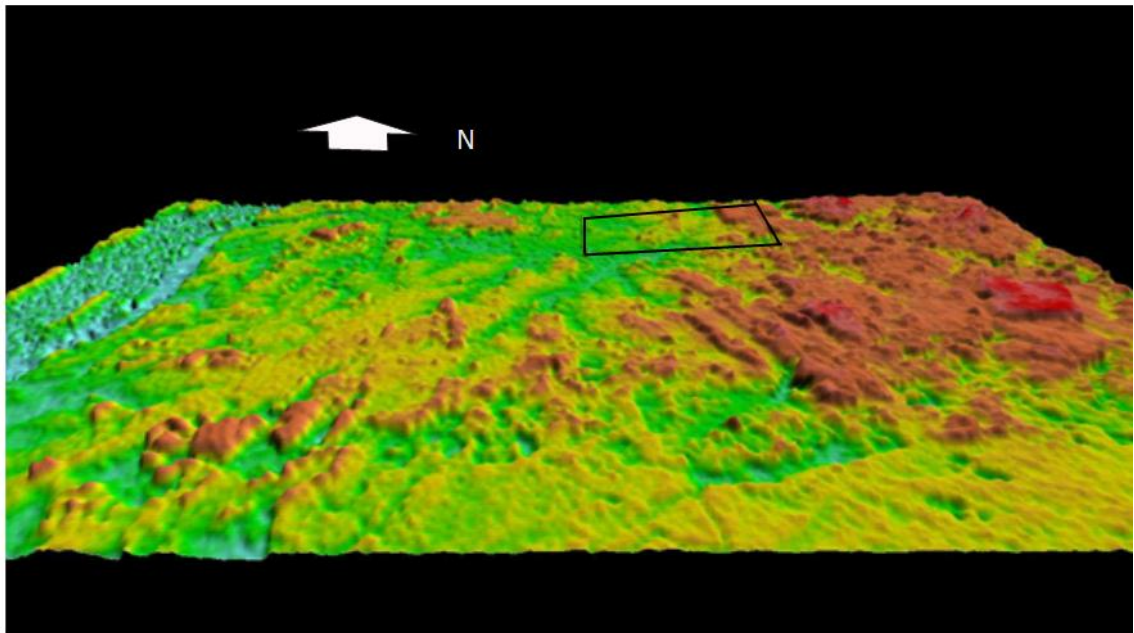
Fonte: Do autor.

3.4. MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

A partir do modelo tridimensional por meio da ferramenta 3D gerou-se uma visualização panorâmica da área em análise (figura 12), destacando-se o Distrito de Benfica. Este modelo foi desenvolvido *no software Global Mapper 14*, por meio do TIN produzido a partir das imagens do SRTM.

Este tipo de representação auxilia permitindo análises, mesmo que primárias, sobre o relevo e sua distribuição espacial, como, por exemplo, é possível visualizar feições de relevo, como as porções mais dissecadas (colinas) e menos dissecadas (planícies de inundação).

Figura 12 - Modelo digital de terreno da região da Folha Belém. Em destaque o Distrito de Benfica. Notar as porções mais dissecadas em laranja (colinas) e as menos dissecadas (planícies de inundação) em verde.



Fonte: Do autor.

4 GEOMORFOLOGIA

Os parâmetros adotados para caracterizar a descrição dos tipos de relevo (Tabela 1) foram baseados em Ponçano et al. (1979). Deste modo procurou-se classificar o relevo com base nas variáveis morfométricas das formas dominantes.

Cabe destacar, que o ponto de partida para este mapeamento considerou a proposta efetivada pelo Projeto Radam (BARBOSA et al., 1974), na escala 1:1.000.000, do Mapa Geomorfológico da Folha SA 22 Belém. Neste se reconhece como Unidade de Relevo dominante, na região metropolitana de Belém, o Planalto Rebaixado da Amazônia.

A metodologia para interpretação das unidades de relevo é baseada em Carneiro e Souza (2003).

Tabela 1: Classificação adotada para os tipos de relevo.

Amplitudes locais	Declividades predominantes	Tipos de relevo
< 100 m	< 15%	Rampas
	5 a 15%	Colinas
	> 15%	Morrotes
100 a 300 m	5 a 15%	Morros com encostas suaves
	> 15%	Morros
> 300 m	> 15%	Montanhas

Fonte: modificada de Ponçano et al., 1981.

Devido à escala de detalhe adotada para este mapeamento ser de 1:30.000, foi possível discriminar e cartografar os Sistemas de Relevo. O conjunto paisagístico para a área de investigação é apresentado e caracterizado na Tabela 2.

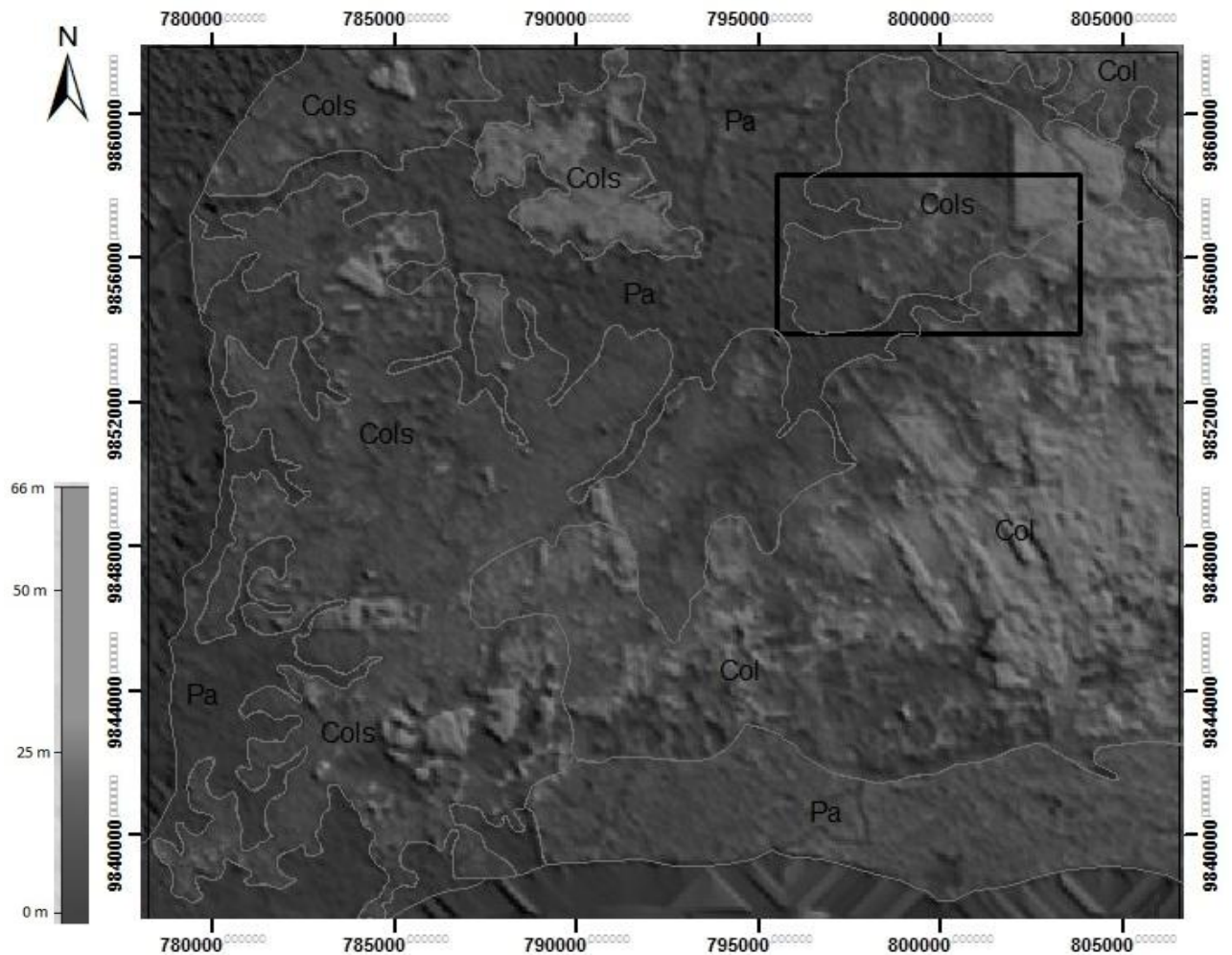
A área de estudo é regionalmente compartimentada em três unidades morfológicas principais, onde se desenvolvem dois tipos de processos: o de agradação, que geram as Planícies Flúvio-Marinhas e o de degradação, que formaram o relevo de Colinas de Topo Plano e o relevo de Colinas Suaves. Cabe ressaltar que as seguintes siglas foram adotadas na Figura 13: Pa -Planícies Flúvio-Marinhas, Col- Colinas de Topo Plano e Cols – Colinas Suaves.

Tabela 2 - Resumo dos três tipos de relevos predominantes na área.

Tipo de relevo	Sustentação	Morfografia	Dinâmica superficial	Morfometria (metros e %)
Planícies Flúvio-Marinhas (Pa)	Aluviões - camadas de argila e silte, argila orgânica e fina	Formas deposicionais planas que incluem as planícies de inundação, são mais expressivas ao longo dos rios Benfica, Maguari e outros. Associam-se áreas alagadiças devido ao nível d'água próximo à superfície.	Áreas sujeitas a cheias sazonais. Deposição de silte e argilas por decantação. Terrenos impróprios à ocupação devido à possibilidade de inundações.	Amplitude: < 10 m Declividade: < 5% Altitude: 0- 10 m
Colinas Suaves (Cols)	Coluviões, sedimentos correlatos ao Grupo Pós-Barreiras	Formas suaves de relevo com topos amplos e convexos. Perfil de vertente varia entre convexo a retilíneo. Vales acumulativos e erosivos, abertos e pouco entalhados. Relevo frequentemente associado a depósitos detríticos. A densidade de drenagem é baixa com padrão de drenagem subdendrítico.	Baixa intensidade de erosão laminar ou em sulcos, reentalhamento de canais e ravinamento. Mas os processos podem ser intensificados por desmatamento e ocupação inadequada. Terrenos favoráveis à ocupação.	Amplitude: 10 m Declividade: < 15% Altitude: 10-20 m
Colinas Topo Plano (Col)	Coluviões, sedimentos correlatos ao Grupo Barreiras	Topos alongados, convexos e subnivelados geralmente acima de 30 metros. Perfil de vertente convexo a retilíneo. Vales erosivos e acumulativos. A densidade de drenagem é média a alta com padrão dendrítico a subdendrítico.	Moderada intensidade de erosão laminar ou em sulcos, reentalhamento de canal e ravinamento. Terrenos favoráveis à ocupação.	Amplitude: 40 m Declividade: 5 - 25 % Altitude: 20 - 60 m

Fonte: Do autor.

Figura 13 - Esboço dos tipos de relevos sobreposto ao MDT, em tons de cinza. Siglas: Pa - Planícies Flúvio-Marinhas, Col - Colinas de Topo Plano e Cols - Colinas Suaves. Em destaque o Distrito de Benfica. **Falar das cores**



Fonte: Do autor.

4.1. SISTEMA DE PLANÍCIES FLÚVIO-MARINHAS

O Sistema de Planícies Flúvio-Marinhas constitui-se de formas planas, predominantemente deposicionais, com cotas altimétricas variando de 0 a 10, podendo chegar até 20 metros (caso do Terraço do Rio Guamá, a sul da figura 13). É expressivo ao longo do rio Benfica e nos rios Macaiatuba, Maguari, Rio Guamá, Paricatuba, entre outros (Figura 14). Faz contato com os Sistemas de Relevo de Colinas de Topo Plano e de Colinas Suaves (Figura. 13). É sustentado por sedimentos inconsolidados, compostos principalmente de material argilo-siltoso, localmente arenoso. Alguns depósitos, de natureza francamente argilosa, são explotados por olarias.

Figura 14 A - Planície fluvio-marinha do igarapé Moreninho, próximo ao Furo do Tacho a noroeste do centro de Benfica. B e C - Planície fluvio-marinha próximo ao curso principal do Rio Paricatuba, a norte do centro de Benfica, onde funcionam empresas madeiras.



Fonte: Do autor.

4.2. SISTEMA DE COLINAS DE TOPO PLANO

O relevo de Colinas de Topo Plano recobrem, em grande parte, a porção sudeste da área. Representa a porção mais elevada da região com cotas altimétricas que variam entre 20 e 60 metros. Estão frequentemente associados a horizontes lateríticos, ao Grupo Barreiras e coluviões. Esse Sistema exhibe unidades morfológicas de topos aplainados (Figura 15).

Trata-se de uma extensa unidade caracterizada por colinas com vertentes convexas de gradiente suave a médio e topos arredondados ou alongados e nivelados. Assim, como o Sistema Colinoso Suaves, essa morfologia atesta uma marcante influência de processos de aplainamento do relevo durante o Plioceno (Pediaplano Pliocênico) segundo Barbosa et al. (1974). Apresenta uma média densidade de drenagem com padrão dendrítico. Essas unidades apresentam, em geral, um médio potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido às amplitudes de relevo, geralmente médias, e aos gradientes suaves a médios do relevo colinoso dominante.

Figura 15 A e B – Colinas de Topo Plano, apresentando vertentes convexas, com amplitudes de relevo inferiores a 60 metros, intensamente urbanizadas. Localização PA-391 e estrada para Benfica (NW da PA 391).



Fonte: Do autor.

4.3. SISTEMA DE COLINAS SUAVES

O Sistema de Colinas Suave recobre, em grande parte, as porções nordeste, noroeste e sudoeste da área com cotas altimétricas que variam entre 10 e 20 metros, constituído por um relevo suave e uniforme de colinas amplas, baixas, apresentando vertentes convexas, muito suaves, e topos por vezes alongados ou levemente arredondados. Sua densidade de drenagem é baixa a média e o padrão é dendrítico. O Sistema de Relevo de Colinas Suaves (Foto 16) é gradativamente substituído, em direção a leste e a sudeste, pelo Sistema de Relevo de Colinas de Topo Plano e pelo Sistema de Planícies Flúvio-Marinhas, respectivamente. São formas de relevo cujo uso é intenso pela urbanização.

Esta morfologia decorre de processos de aplainamento gerados durante o Quaternário, dissecados durante o Pleistoceno, em níveis de pedimentos, em cotas mais baixas (Barbosa et al., 1974). As unidades apresentam um baixo potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido às altitudes modestas e aos gradientes suaves. Essas áreas situam-se próximas à Região Metropolitana de Municípios como Belém, Ananindeua, Marituba e Benevides. É uma área cortada por rodovias e vem sendo intensamente povoada, intensificando a intervenção humana no ambiente. Sua acessibilidade induz ao desaparecimento da cobertura vegetal remanescente, poluição e assoreamento de igarapés que cortam a região.

Foto 16 A, B e C – Colinas amplas de gradientes muito suaves na região de Benfica. Apresenta amplitudes de relevo inferiores a 20m.



Fonte: Do autor.

DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA MODERNA

Os trabalhos de terraplanagem por sobre partes do Sistema de Relevo de Colinas Suaves, propiciou a instalação pretérita da parte urbana do Distrito de Benfica. Em alguns locais, o

rebaixamento das unidades colinosas permitiu que as ruas e lotes implantados, ganhassem uma configuração mais plana e, portanto, mais adequada para urbanização.

O padrão atual não obedece a qualquer planejamento. Atualmente é crescente também a ocupação do relevo de planícies flúvio-marinhas, as quais são sujeitas a periódicas inundações. Os problemas mais comuns são a fixação da população em loteamentos (ou invasões) nas zonas de “baixadas”, desrespeitando as limitações naturais e submetendo-se aos riscos de assoreamento e inundações (Carneiro, 2000).

5. A UTILIZAÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS COMO AFERIÇÃO CONCRETA À APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO PARA EFETIVAÇÃO DO DIREITO AMBIENTAL

- Aspectos Preliminares e Considerações Fundamentais.

A abordagem que considera o uso de dados geomorfológicos, ou seja do meio físico, em suas vertentes mais geocientíficas, em combinação transdisciplinar com os conhecimentos de elevada abstração, das Ciências Jurídicas, encontra-se ainda pouco desenvolvida. A nível mundial os canadenses têm se preocupado com essa sinergia, face ao número crescente de lides ambientais intrinsecamente vinculadas a expansão mundial da indústria da mineração.

Em nosso meio Borges (2009), Oliveira (2009) e Borges et al. (2012) têm envidado esforços no sentido de difundir na Comunidade Jurídica a noção de essencialidade dos dados geológicos, como fundamento à análise e hermenêutica, de significativos fatos jurídicos, relevantes ao Direito Ambiental. Borges (2009) e Borges et al. (2012) têm iniciado uma discussão doutrinária, no sentido da construção do conceito de Geodireito.

Com base nos autores supra e nos trabalhos de Silva (2010), a consideração do Princípio da Precaução veda as possibilidades de intervenção danosa no meio ambiente, diante de riscos. Assim, a decisão de utilização da base de recursos deve se dar, sob elevada responsabilidade, e em alto grau de certeza, primando-se que as modificações introduzidas não ensejarão alterações ao Meio Ambiente, que redundem no aparecimento de externalidades negativas.

Nesta perspectiva torna-se evidente, que as ponderações de juízo, com base em produtos científicos, são de fundamental importância para a tomada de decisões em contextos fáticos, nos quais o objeto da lide seja o meio abiótico natural.

Desta maneira, quando se reporta ao Princípio da Precaução não é sabido com certeza se determinada atividade causará danos ao meio ambiente ou não. Com efeito, diante da incerteza científica do potencial dano ao meio ambiente, de determinada atividade, incide o Princípio da Precaução para prevenir o sistema natural de um risco futuro. Difere do Princípio da Prevenção, em que sua aplicação se dá nos casos em que os impactos ambientais já são conhecidos. Por vezes, os princípios da Precaução e Prevenção são tratados como sinônimos remetendo a danos ao ambiente.

Seus fundamentos jurídicos encontram-se na Constituição Federal (BRASIL, 1988) e na Agenda 21 da Declaração do Rio 92. Assim, vejamos:

“Art. 225 – (...);

§ 1º - (...) incumbe ao Poder Público:

IV - exigir, na forma da lei, (...), estudo prévio de impacto ambiental (...);” (Grifo Nosso)

“Princípio 15: Para que o ambiente seja protegido, serão aplicadas pelos Estados, de acordo com as suas capacidades, medidas preventivas. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes, em termos de custo, para evitar a degradação ambiental”. (Grifo Nosso)

Na região deste estudo, verificam-se paisagens extremamente dinâmicas. Neste diapasão são destacados os Sistemas de Planícies Flúvio-Marinhas, as quais são de relevante função ecológica e sujeitas a risco geológico constante (inundações periódicas). Este estudo constatou que os mesmos têm sido sujeitos de uso e ocupação, em flagrante imposição de antijuridicidade.

- A Indústria da cerâmica Vermelha

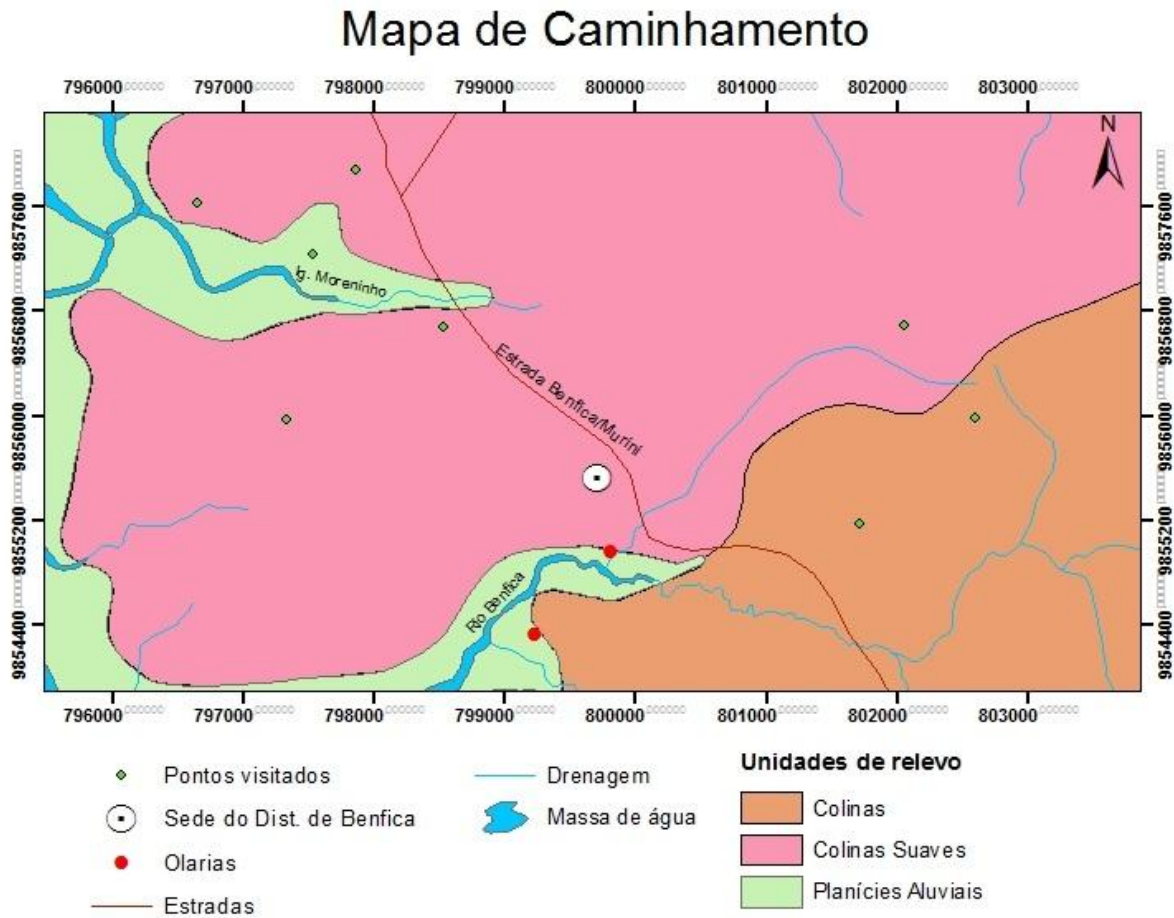
Na área do Distrito de Benfica, os levantamentos de campo registraram o funcionamento de olarias (Figura 17), duas delas encontrando-se próximas a rios e igarapés onde se localizam as planícies fluvio-marinhas, as quais são áreas protegidas por lei (Figura 18). O funcionamento destas olarias ocorre há, pelo menos, trinta anos, estando as mesmas indicadas na carta plani-altimétrica do Projeto Belém (Ministério do Exército, 1980).

Figura 17 - Olaria na região de Benfica, próximo ao Rio Benfica.



Fonte: Do autor.

Figura 18 - Mapa de localização das olarias observadas em campo, próximas ao Rio Benfica. Também foram observadas invasões em áreas de planícies, próximas ao Igarapé Moreninho.



Fonte: Do autor.

Segundo Ferreira et al. (2012), a extração da argila se dá em três etapas, e em todas estas etapas são causados danos ao ambiente como: degradação no solo (cavas abandonadas), acúmulo de lixo, desmatamento, assoreamento, poluição do ar e, destacando com grande notoriedade, a modificação da paisagem.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, não foi elaborado um levantamento do licenciamento das olarias, para a exploração dos recursos, e tampouco a verificação de que as mesmas cumprem com as medidas mitigatórias dos impactos ambientais.

Não obstante, argumenta-se neste estudo que, como ocorrem impactos ambientais em todas as etapas do processo de exploração de argila, e dado a sua localização próximo de corpos hídricos, conclui-se que pode ser aplicado o Princípio da Precaução, uma vez que a possibilidade de dano não foi descartada e se existente seria irreversível à paisagem local.

A manutenção da paisagem é de extrema importância, uma vez que revela o sentido da relação de uma sociedade com o meio ambiente, na qual se registra e se totaliza a história, e uma

vez modificada, pode vir a comprometer as referências espaciais à memória e cultura popular (FERREIRA et al., 2012).

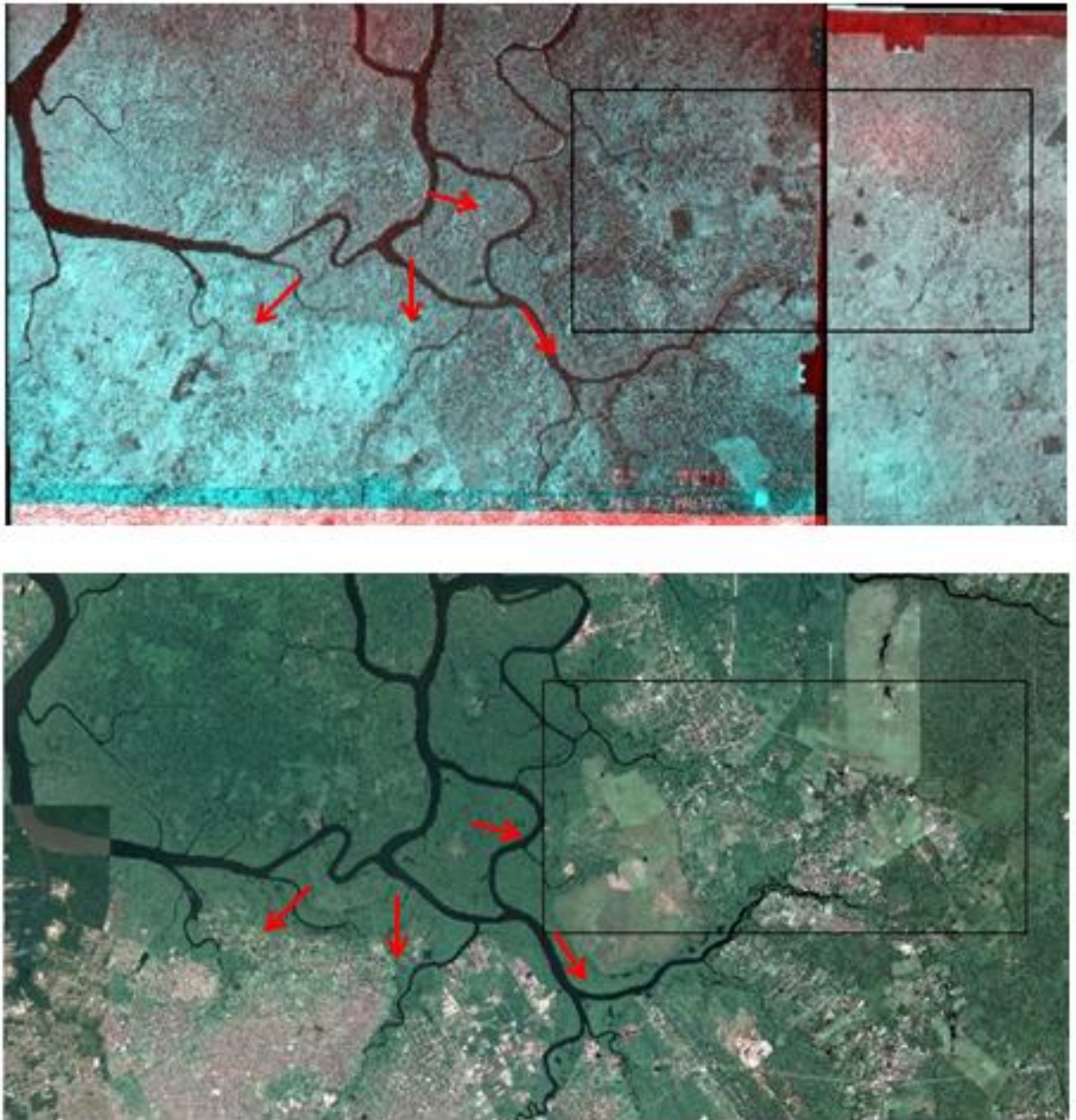
Nota-se, portanto, a modificação da paisagem em qualquer estágio da atuação de uma olaria, destacando o enorme cuidado que se deve ter na implantação destas, pois a paisagem, “não apenas as notáveis, mas quaisquer daquelas que despertem interesse cultural deve ser objeto de proteção pelo Poder Público com o auxílio de toda a comunidade” (LOUBET, 2004).

- Ocupação Urbana do Sistema de Planícies Flúvio-Marinhas.

De acordo com Ferreira (1999), é do conhecimento geral que a ocupação ordenada de um território, necessita da avaliação prévia dos terrenos que o constituem. Esta avaliação deve ser feita através da caracterização destes terrenos, em que seus atributos devem ser representados por suas vulnerabilidades e potencialidades perante as solicitações da ocupação.

Na região do Distrito de Benfica, bem como nos municípios de Ananindeua e Marituba, nota-se que há uma acentuada ocupação desordenada em direção as planícies de diversos rios e furos presentes na área. Isto pode ser demonstrado através da comparação de fotos aéreas de 1976, com imagens atuais do *Google Earth*. A Figura 19A apresenta a vegetação nativa em diversas localidades, enquanto que na Figura 19B, estes mesmos pontos encontram-se desmatados e intensamente antropizados.

Figura 19 A e B - Comparação entre fotografias aéreas de 1976 com imagens atuais do *Google Earth* mostrando a crescente ocupação das planícies de rios e furos em destaque pelas setas vermelhas. As setas abaixo a esquerda correspondem aos municípios de Ananindeua e Marituba. O distrito de Benfica apresenta-se em destaque na imagem (em preto).



Fonte: Do autor.

As planícies (Figuras 20 e 21) são áreas planas, com baixa declividade, alagadiças e sujeitas a inundações periódicas, de modo que é desaconselhado a sua ocupação para qualquer finalidade, devendo ser destinadas à preservação ambiental.

Figura 20 - Ocupação das áreas de planícies do Igarapé Moreninho, notar processo de antropização desta área ambiental protegida por lei.



Fonte: Do autor.

Figura 21 - Residências em área de planícies do Igarapé Moreninho, terreno alagadiço desfavorável à ocupação.



Fonte: Do autor.

Neste caso mais uma vez, aplica-se o princípio da precaução objetivando proteger o meio ambiente e o bem estar social, pois há riscos de danos a aquele, embora não totalmente elucidado. Estas ocupações atingem os chamados “terrenos de marinha”, constituindo: “bem da União, é a faixa de terra com 33 metros de largura, contada a partir da linha da preamar média de 1831, adjacente ao mar, rios e lagoas, no continente ou em ilhas, desde que no local se observe o fenômeno das marés, com oscilação de pelo menos cinco centímetros” (MENEZES, 2003; BORGES, 2012). Aquele autor afirma também que: “dentre os bens da União é o único que, mesmo sendo dominial, encontra impedimento constitucional para sua alienação plena”. Também há inerente risco à população que se instala nestas áreas estando sujeitos a recorrente perda patrimonial e até de vidas.

6. CONCLUSÕES

- O uso de dados SRTM para o mapeamento geomorfológico revelou-se como importante ferramenta empregada na identificação e espacialização prévia das unidades de relevo. A partir dele foram obtidas informações de declividade, das curvas de isoaltimetria, perfis topográficos e o modelo 3D.
- A integração dos produtos obtidos através dos dados SRTM unidos aos dados de campo, possibilitaram a caracterização geomorfológica da área, em escala de 1:30.000. As unidades geomorfológicas reconhecidas foram: Sistema de Planícies Flúvio-Marinhas, Sistema de Colinas de Topo Plano e Sistema de Colinas Suaves.
- O sistema de planícies flúvio-marinhas apresenta alto potencial de inundações periódicas devido aos baixíssimos valores de amplitude de relevo e de declividade, sendo desaconselhado a sua ocupação para qualquer finalidade, devendo ser destinadas à preservação ambiental.
- O sistema de colinas de topo plano apresenta médio potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido aos valores baixos e médios de amplitudes de relevo e aos gradientes suaves a médio do relevo colinoso dominante. De modo geral, são terrenos favoráveis à ocupação.
- O sistema de colinas suaves apresenta um baixo potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido às altitudes modestas e aos gradientes suaves. De modo geral, são terrenos favoráveis à ocupação.
- Devido ao fato de que a escala do SRTM ser de 90 metros, podendo apresentar inúmeros erros, porém para a representação de mapas e visualização geral com o objetivo de subsidiar futuros estudos mais específicos dentro do planejamento físico-territorial, estas técnicas são satisfatórias. Assim sendo, os dados coletados servem de parâmetros para uma posterior análise mais detalhada, ou até mesmo um estudo de fragilidade ambiental do município.
- Em relação aos problemas ambientais, a área vem sofrendo intenso processo de ocupação, que gera muitas feições pontuais ou lineares derivadas da interação da atividade antrópica com os processos erosivos: abertura de estradas, terraplenagens, aterros, dentre tantas outras. É crescente também a ocupação do relevo de planícies flúvio-marinhas, que são sujeitas a periódicas inundações. Nestas áreas de planícies também funcionam algumas olarias que podem vir a comprometer e causar danos ao meio físico, biótico e hídrico. Situações em que, portanto, pode ser aplicado o Princípio da Precaução visando a proteção das planícies fluvio-marinhas.

- A utilização de mapas desta natureza mostrou-se positiva no auxílio ao Princípio da Precaução com informações acerca de ambientes em que se pode destinar à ocupação e aqueles que devem ser preservados.
- Em relação ao Distrito de Benfica, necessita-se, portanto, que haja interesse por parte do poder público com a conservação e proteção das zonas de planícies flúvio-marinhas, bem como um projeto de ocupação ordenada para o remanejamento da população para áreas seguras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Science Review**, 1981. v.17, n. 1-2, 1-29.
- ARAI, M. A. Grande Elevação Eustática do Mioceno e sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. v.6, n. 2, 2006. p. 1-6.
- BAHIA, V.E. **Estudo Hidrológico da Área Localizada entre o Depósito de Lixo Metropolitano de Belém (Aurá) e o Lago Água Preta**. 2003. 117 p. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Belém. 2003.
- BANDEIRA, I. C. N. **Neotectônica e estruturação dos sistemas hidrogeológicos da região de Castanhal/PA**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências, Belém. 2008.
- BARBOSA, G.V.; RENNÓ, C.V., FRANCO, E.M.S.. **Geomorfologia da folha SA.22 Belém**. Projeto Radam. Levantamento de recursos naturais, vol 5,1974. p. II/17 e II/19.
- BARROS, M.V.F.; POLIDORO, M.; TAKEDA, M.M.G. **Geração de modelos tridimensionais através de dados do shuttle radar topography mission para subsídios no planejamento urbano e estudos geomorfológicos**. VIII Encontro nacional da ANPEGE. Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/projetos/atlasrml/publicacoes/anais/371.pdf>>. Acesso em 10 maio.2013
- BORGES, M. S. A tutela de direitos coletivos e difusos no uso de terrenos marginais amazônicos. In: ENCONTRO ANUAL DA ANDHEP - Direitos Humanos, Democracia e Diversidade, 5., 2009, Belém. **Trabalhos aprovados para apresentação no ...: GT 8 - Culturas e Territórios Indígenas, Quilombolas e Ribeirinhos e Direitos Humanos**. Belém: ANDHEP, 2009.
- BORGES, M. S. ; SOARES, D. V. ; TUPIASSU, L. V. C. ; FONSECA, L. C. **A importância das geociências à efetivação de direitos coletivos e difusos nos terrenos de marinha**. In: 7º encontro da ANDHEP - Direitos humanos e acesso à terra., 2012, Curitiba (PR). Anais do 7º encontro da ANDHEP - Direitos humanos e acesso à terra., 2012.
- BRASIL. **Lei n. 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em 2 jun. 2013.
- BRASIL. 1988. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. In: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Visitado em: 28 maio.2013.
- BRITO NEVES, B.B.; CORDANI, U.G. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. **Precambrian Research**. 1991. v. 53, p. 23-40.

CARNEIRO, C.D.R. Modelado do relevo e riscos naturais associados às Ocupações urbanas da região de Jundiá-Atibaia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 3, 2000, Campinas (SP). **Anais** - vol. 1... Campinas: UGB, 2000. p. 26.

CARNEIRO, C.D.R.; SOUZA, J.J. Mapeamento geomorfológico em escala de semidetalhe da região de Jundiá-Atibaia. 2003. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, Nº 2. 2003. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2003/Revista4-2_Artigo02_2003.pdf>. Acesso em: 05 jun.2013.

COSTA, M. L. . Aspectos Geologicos dos Lateritos da Amazonia. **Revista Brasileira de Geociências**, Brasil, v. 21, n.2, p. 146-160, 1991.

COSTA, J. B. S. ; BEMERGUY, R. L. ; HASUI, Y. ; BORGES, M. S. ; P, F. J. C. R. ; BEZERRA, P. E. ; FERNANDES, J. M. G. ; COSTA, M. L. Neotectônica da região amazônica: aspectos estruturais, tectonicos,geomorfológicos e deposicionais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 4, n.2, p. 23-44, 1996.

COSTA, J.B.S.; HASUI,Y.; ARAÚJO, O.J.B. Episódios de reativação proterozóica na região norte do Brasil. **Revista do IESAM**, Belém. 2003. v. 1, n. 1, p. 129-151.

CORTEZ, C.M.B.; TAGLIARINI, E.M.; TANCREDI, A. C. F. N. S. **Utilização de águas minerais dos aquíferos do Grupo Barreiras na região de Belém Pará (PA)**. 1st JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER. Belém, Pará. 2000. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23751/15818> >. Acesso em 23 abril .2013.

DINIZ, T.D. de A.S. **Característica climática da Amazônia Oriental**: Pesquisa sobre utilização e conservação do solo da Amazônia Oriental. Relatório final do convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ.1986. p.3-13 (Belém documentos, 40).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET). **Normais Climatológicas (1961- 1990)**. Brasília: DNMET, 1992. 84 p.

DUARTE, C.R.: SABADIA, J.A.B. Emprego de imagens SRTM para geração de mapas auxiliares ao mapeamento geológico – estudo de caso Folha Santana do Cariri. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., 2011, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0699.pdf>> Acesso em: 27 maio.2013.

FARIAS, E. dos S.; NASCIMENTO, F.S. do; FERREIRA, M.A.A. **Mapeamento da área Belém Outeiro. Estágio de campo III**: Relatório Final. Belém, UFPA. 1992. 247p.

FERREIRA, C.E.O. **Mapeamento e qualificação das coberturas inconsolidadas aplicados ao planejamento territorial na escala 1:250.000 Folha Macaé, estado do Rio de Janeiro**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_carloseduardo.pdf > Acesso em: 20 abril.2013.

FERREIRA, E.P.; PANTALEÃO, F.S.; FERREIRA, J.T.P.; FERREIRA, A.C. **Diagnóstico ambiental das áreas de extração de argila em município produtor de cerâmica vermelha.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14. 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/diagnostico%20ambiental.pdf>> Acesso em: 14 abril.2013.

LOUBET, L.F. **Regime jurídico do ecoturismo e o papel do Ministério Público em sua defesa e controle.** 2004. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/18654/regime-juridico-do-ecoturismo-e-o-papel-do-ministerio-publico-em-sua-defesa-e-controle/7#ixzz2Y2fWtYSH>>. Acesso em 15 jun.2013.

MENEZES, R.S. **Regime patrimonial dos terrenos de marinha.** 2003. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/5855/regime-patrimonial-dos-terrenos-de-marinha>>. Acesso em 15 jun.2013.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Carta planialtimétrica da Folha SA.22-X-D-III-3.** Belém, Pará.1980.

MOREIRA, E. **Belém e sua expressão geográfica.** Belém. Imprensa Universitária.1966. 212 p.

OLIVEIRA, C. S. S. **Ordenamento territorial na Amazônia – A linha média de enchente ordinárias (LMEO).** Universidade Federal do Pará. Faculdade de Geologia. 2009. 132p.

OLIVEIRA, J.G. F; SILVA, R. C. S. **Geologia e recursos minerais da folha Belém – SA.22-X-D-III, Estado do Pará, escala 1:100.000:** Programa Geologia do Brasil (PGB), Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil. Projeto Cartografia da Amazônia. CPRM. 2011.

PAIVA, R.G.; SANTOS, R.M.; GOMES, M.F.; GOLÇALVES, F.A.J. **A utilização de dados SRTM para análises ambientais: elaboração de mapas de relevo do Município de Maringá, Paraná.** 2009. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area04/4054_Garcia_Paiva_Raniere.pdf> Acesso em: 07 maio.2013.

PIRATOBA MORALES, G. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá.** 2002. 220 p. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Belém. 2002.

PONÇANO, W .L.; BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, M.A. de; PIRES NETO, A.C.;ALMEIDA,F .F .M.de.(1979) **O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo.** In: SIMP . REG. GEOL., 2, Rio Claro, 1979. **Atas...** Rio Claro: SBG/NSP . v . 2, p. 253-262.

PONÇANO,W.L.;CARNEIRO,C.D.R.;BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F .F .M. de.; PRANDINI, F .L. (1981) **Notícia Explicativa do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: IPT . 94p. (IPT, Monografias 5).

ROSSETTI, D.F.; GOÉS, A.M.; SOUZA, L.S.B. Estratigrafia da Sucessão Sedimentar Pós-Barreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em Radar de Penetração no Solo. **Jornal Brasileiro de Geofísica**. Belém-Pa. V. 19, n. 2, p. 113-130, 2002.

ROSSETTI, D.F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A.M. Estudo Paleoambiental e Estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região bragantina, nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** (Série Ciências da Terra), v. 1, p. 25-74, 1989.

SANTOS, J. M.; LIMA, K. C. **Análise da rede de drenagem em bacias hidrográficas tropicais: bacia do Riacho Grande - Bahia/Brasil**. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Volume VI, APGEOM, Braga, p. 77-82. 2009.

SILVA, J. A. **Curso de direito constitucional positivo**. Malheiros Editora. 928 p. 2010.

SOARES, P.C; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. Campinas, **Notícia Geomorfológica**, v.16 n.32 p.71-104. 1976.

SOARES P. C.; LUZ, M.E.R.; REDAELLI, R.; GUERRA, S.M.S. **Análise morfoestrutural em fotografias aéreas**: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. São Paulo: PAULIPETRO (Consórcio CESP/IPT), 18p. 1982.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America, Bulletin**, v. 63, p.1117-1142. 1952.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T. **Amazônia**: seus solos e recursos naturais. São Paulo. Agronômica Ceres. 1987. 416p.

ANEXO