

VI-094 - O TRABALHO DE CAMPO COMO FATOR DE INTEGRAÇÃO ENTRE A GEOLOGIA DOS TERRENOS DE MARINHA E A ENGENHARIA AMBIENTAL: EXEMPLO DA EXCURSÃO A ILHA DO MOSQUEIRO, PARÁ

Raísa Nicole Campos Cardoso⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Ambiental pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM).

Maurício da Silva Borges⁽²⁾

Prof. Associado na Universidade Federal do Pará (UFPA) e no Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM). Coordenador 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. PROEX-UFPA. AIRBORNE NATURE. e-mail: mauricio@ufpa.br

Ricardo Fonseca de Lima⁽³⁾

Acadêmico de Engenharia Ambiental pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM).

Endereço⁽¹⁾: Travessa Castelo Branco 2186 - CEP: 66063-000 - Brasil - Tel: (91) 3229-2014 - e-mail: eng.rcardoso@hotmail.com.br

RESUMO

As erosões costeiras constituem um dos principais problemas das regiões litorâneas. Este risco natural se agrava, quando não há um plano de gestão adequado, que respeite as regiões que contém os terrenos de marinha. Estes, por sua vez, têm sido corriqueiramente alvo de políticas de ocupação, sobretudo em espaços urbanos. Tais ocupações e usos dessas regiões do espaço se dão em total descompasso, com aquilo que se espera da adequada gestão costeira. As ações, visando às ocupações, dos terrenos de marinha, não têm considerado os conhecimentos técnicos e jurídicos, acumulados para estas áreas. Isto, na maioria dos casos, resulta no desperdício de recursos financeiros públicos, com a implantação das obras de engenharia costeira, que acabam acelerando ainda mais as erosões e provocando danos graves ao meio ambiente, em flagrante desacordo com o Princípio do Equilíbrio. Assim, visando compreender melhor estes problemas, esta pesquisa, resultado de uma atividade de extensão universitária, com alunos do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM), teve como objetivo, realizar uma investigação empírica multi e transdisciplinar dos processos e produtos ambientais, incidentes nos terrenos de marinha, aplicando os conhecimentos da Geologia e do Direito Ambiental, relacionando-os aos casos concretos de intervenção da Engenharia Ambiental, na região da Praia do Murubira, Belém - Pará. Desta forma, o que se fez, concretamente, foi investigar os parâmetros físicos do modelo de paisagem da porção NW da Ilha do Mosqueiro, no nordeste do Estado do Pará, na região amazônica, através do trabalho de campo. Foram dadas atenções especiais a Geomorfologia, a datação relativa das rochas, e a interferência dos agentes geológicos na erosão e na deposição. A meta qualitativa foi a de demonstrar a importância da execução dos trabalhos de campo multidisciplinares, como paradigma de avaliação, “in loco”, dos riscos naturais, aos quais estão sujeitas as obras de engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Ambiental, Geologia e Terrenos de Marinha.

INTRODUÇÃO

A utilização do campo como espaço privilegiado de aprendizagem, pode permitir o desenvolvimento de situações onde se favoreça uma cognição mais crítica do meio ambiente, de maneira que se produza a busca pela efetividade da coleta de dados reais, de uma maneira mais criativa, pois cada situação no ambiente é única. A interpretação das paisagens, estudo das rochas e das estruturas geológicas “*in situ*”, somadas aos suportes dos marcos regulatórios, são fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa científica completa, responsável e ética, sobre o meio ambiente físico. Esta discussão mais abrangente do meio ambiente proporciona aos discentes, uma experiência acadêmica mais contextualizada. A observação direta de afloramentos, bem expostos, permite a identificação, descrição, medição, amostragem e cartografia diretamente sobre os produtos geológicos - rochas e estruturas. Estes produtos, resultado dos processos de geodinâmica interna, não são observáveis ou testáveis em experiências laboratoriais (FERREIRA et al, 2006).

O trabalho de campo é uma estratégia essencial e indispensável para o ensino da Geologia, uma vez que, os materiais e estruturas crustais podem ser identificados diretamente, no ambiente natural. Por outro lado, a observação das relações entre as rochas e as estruturas pode conduzir a proposição de novas hipóteses e caracterização de diagnósticos (COMPTON, 1985).

Segundo (SOUZA, 2009), são inúmeras as praias onde o processo de erosão costeira é bastante severo e requer medidas emergenciais de contenção e/ou recuperação. Entretanto, são ainda embrionárias as políticas de Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) em relação aos problemas e suas causas, seja no que tange ao planejamento territorial, às obras de contenção/proteção costeira ou ao financiamento de projetos ou estudos que possam orientar os investimentos nas regiões litorâneas.

Com base nas observações diretas no campo, sobre regiões de terrenos de marinha, alicerçadas pelos conhecimentos oriundos da Geologia e do Direito Ambiental, foi possível uma discussão mais crítica das intervenções da Engenharia Ambiental. Assim, é patente que as intervenções da engenharia no ambiente costeiro, devem primar por uma abordagem multidisciplinar, face a dinâmica natural do ambiente, que envolve a distribuição da energia das ondas e das marés, os tipos de materiais e estruturas. Neste diapasão o gerenciamento, por parte do poder público, deve estar em consonância com o Princípio da Legalidade, visando estabelecer práticas administrativas voltadas para uma atuação eficiente e ambientalmente sustentável.

O objetivo do trabalho foi analisar as rochas sedimentares da praia do Murubira, em Mosqueiro - Belém PA, e identificar sua morfologia, referência, datação e analisar a interferência dos agentes geológico em meio à erosão e a deposição. Os objetivos específicos foram avaliar a interferência destes agentes nos processos de erosão e deposição, bem como os riscos naturais aos quais estão sujeitas as obras de engenharia e promover uma visão holística e transdisciplinar através de Trabalhos de Campo envolvendo os conhecimentos da Geologia e do Direito Ambiental relacionados aos Terrenos de Marinha e sua aplicação aos casos concretos de intervenção da Engenharia Ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo SALES (2005) a área deste trabalho situa-se entre as latitudes 1° 4' 11" S e 1° 13' 42" S e as longitudes 48° 19' 20" W e 48° 29' 14" W, perfazendo uma expressão territorial em torno de 220 km², com altitude média de 15 m acima do nível do mar. Distância cerca de 80 km da capital, e seu principal acesso dá-se, saindo de Belém, através da rodovia BR-316 até o trevo que dá entrada à rodovia PA-391. Pode também ser alcançada pela navegação "fluvial", saindo-se da Estação das Docas, na Cidade de Belém.

O local de desenvolvimento, dos trabalhos de campo, foi a Ilha do Mosqueiro, Região Metropolitana de Belém, na Região NE do Estado do Pará, considerada o balneário mais importante do NE do Pará, especificamente a praia do Murubira.

As atividades de campo primeiramente investigaram a paisagem do local, considerando a morfografia do terreno. Observaram-se, também, os agentes e os processos geológicos incidentes, sendo estes a maré, as ondas e a gravidade, os quais modelam as costas da Ilha do Mosqueiro. As análises visuais do local permitiram separar as regiões sujeitas à deposição, bem como outras, nas quais as Unidades Estratigráficas e as construções civis sofriam acentuado ataque erosivo, por efeito das marés. Foram tomadas fotografias relacionadas a ações dos agentes naturais.

Foram selecionadas algumas Seções Geológicas que apresentassem boa exposição de litologias e estruturas, bem como obras de engenharia atacadas pelos agentes naturais. O trecho eleito foi entre as Praias do Murubira e São Francisco, na porção NW da Ilha do Mosqueiro. Este foi percorrido a pé, com conseqüente mapeamento passo-bússola (pace-mapping methodology) das unidades aflorantes, seguido da descrição de seções estratigráficas colunares nos pontos mais didáticos, estes posicionados espacialmente também com o uso de GPS GARMIN MODELO GPSmap 76S.

De maneira geral as Seções de Campo obedeceram aos dispositivos prescritos nos Arts. 959, 960, 961 e 962 da LEI 5.869 DE 11 de JANEIRO DE 1973. Foram destacados os Arts. 960 e 962, CC.

**“Art. 960. Nos trabalhos de campo observar-se-ão as seguintes regras:
I – a declinação magnética da agulha será determinada na estação inicial;
II – empregar-se-ão os instrumentos aconselhados pela técnica;
(...)”.** *Grifo Nosso.*

Nestes pontos procedeu-se a descrição litológica das unidades, a determinação da sucessão estratigráfica e da datação relativa, a verificação das mudanças paleoambientais e ambientais atuais, em termos de paisagem de superfície, mudanças de orientações de paleocorrentes/correntes, câmbios climáticos Pleistocênicos e Holocênicos. Discutiu-se os cuidados no uso destes espaços, o risco acometido as obras de engenharia (muros de arrimo, gabiões, casas, ruas, escadas, tubulações de água e esgoto, rampas de acesso, dentre outras).

RESULTADOS

Foram identificados tipos litológicos variados, indicando deposição acamadada cíclica. São intercalações de arenitos e lamitos, em estratos com dimensões desde milimétrica a métrica. Os arenitos são predominantemente quartzosos e os lamitos são compostos pelas frações silte e argila, esta última do grupo da caolinita (BORGES ET AL., 1986). É muito comum exibirem tonalidades arroxeadas, avermelhadas ou variegadas, dadas por óxidos (hematita - Fe_2O_3) e hidróxidos de Fe (Goethita - $FeO(OH)$). Estas rochas podem exibir-se muito compactas por pseudocimento ferruginoso, compondo as lateritas imaturas de COSTA (1991), bem como nos níveis argilosos exibirem brilho adamantino, marcando a presença de goethita-Al. O conjunto de rochas foi atribuído a três (03) Unidades Estratigráficas regionais. A mais antiga, do Terciário Superior, esta relacionada ao Grupo Barreiras (FIGURA 01). É superposta em discordância erosiva (paleorelevo), por corpos geológicos com estratificações maciças, mais friáveis e inconsolidados, atribuídos aos “Sedimentos Pós-Barreiras” de SÁ (1969). Estas duas Unidades Estratigráficas sustentam a paisagem do Planalto Rebaixado da Amazônia (BARBOSA ET AL., 1976). Constitui a paisagem favorável para a instalação dos produtos da Engenharia Civil.

São encontradas ainda Unidades Holocênicas, vinculadas aos Depósitos Atuais (areias das praias e horizontes argilosos), compondo a paisagem da Planície Amazônica de BARBOSA ET AL. (OP. CIT.). Esta última Unidade Geomorfológica contém a maioria dos riscos, aos quais se submete a construção civil, no NE do Estado do Pará, em particular na Cidade de Belém.

Os planaltos tornam-se erodidos no contato com as águas da Baía do Marajó, dando ensejo ao aparecimento dos Terrenos de Marinha, conforme definido no DECRETO-LEI nº 9.760 DE 05 DE SETEMBRO DE 1946, quais sejam:

“Art. 2º São terrenos de marinha, em uma profundidade de 33 (trinta e três) metros, medidos horizontalmente, para a parte da terra, da posição da linha do preamar médio de 1831: (...)” *Grifo Nosso.*

A Constituição Federal considera tais terrenos como de propriedade da União, senão vejamos:

“Art. 20. São bens da União:

(...)

VII - os terrenos de marinha e seus acrescidos;” *(Grifo Nosso)*

Do ponto de vista Geomorfológico, tal contato entre o Planalto Rebaixado da Amazônia e a Planície Amazônica é marcado por uma linha de Falésias Interiores (alcançando altimetria de até 10 m). Em tais locais, existe severo ataque da erosão pela ação das correntes de maré e fluxo oscilatório das ondas, além dos processos gravitacionais de deslizamento, sobretudo durante o “inverno amazônico”. Constituem zonas de alto risco de ocupação e as obras de engenharia.

Esse contato também pode se dar ao longo de uma praia (cordão arenoso) de areias quartzosas com alta variação granulométrica, com fragmentos de rochas. Estão em posições de enseadas, semicirculares. Assim, é comum ao longo da costa NW da Ilha do Mosqueiro a alternância de uma paisagem de Pontões (FIGURA 02) e de Enseadas. Na zona de estirâncio, e na base das falésias, as unidades geológicas são predominantemente argilosas, apresentando coloração esbranquiçada (tabatinga – FIGURA 03), com manchas avermelhadas

(FIGURA 04), amareladas e violetas, ocasionadas pelos processos de migração iônica do Fe durante o evento de intemperismo laterítico.



FIGURA 01 – Falésias esculpidas no Grupo Barreiras em contato com os sedimentos da Planície Amazônica.



FIGURA 02 – Paisagem em Pontão e início dos Terrenos de Marinha.

Digno de nota, mencionar que foram encontrados moluscos gastrópodes, pulmonatas, exclusivamente nos locais em que havia a presença de rochas (blocos de lateritas ferruginosas), demonstrando assim, nítida e delicada relação entre os elementos bióticos e abióticos (FIGURA 05). Foram encontrados também colônias de crustáceos da Classe Cerripedia (Balanos) conhecidos como Cracas (FIGURA 06). Estão fixados às lateritas ferruginosas e são indicadores da penetração da água salina, no estuário, na altura da Grande Belém.



FIGURA 03 – Observação dos materiais naturais pelos Estudantes de Engenharia Ambiental do IESAM. Trata-se de um horizonte argiloso esbranquiçado/mosqueado.



FIGURA 04 – Coloração avermelhada dada pela difusão iônica do Fe. Apresenta ainda efeitos de descoloração por ação de raízes.



FIGURA 05 – Moluscos Gastrópodes Pulmonatas.



FIGURA 06 – Colônia de Balanos fixados nas lateritas.



As discontinuidades encontradas nas rochas indicam movimentos tectônicos na região

FIGURA 07 – Rocha Terciária fraturada. Indicativo de deformação neotectônica. Constituem indicadores de risco ao movimento.

É importante apresentar os registros de estruturas tectônicas relacionadas a deformação descontínua, a saber pequenas falhas e fraturas (FIGURA 07). Estas são muito comuns nas rochas do Grupo Barreiras na Ilha de Mosqueiro, apontando para a necessidade de se investigar o risco de movimento (VIDE TAMBÉM IGREJA ET AL., 1990).

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de Trabalhos de Campo voltados a Geologia Básica e Ambiental, pelas IES que são autorizadas a oferecer o Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, é fundamental, pois proporcionam a junção dos diversos conteúdos de disciplinas diferentes, os quais são estudados de forma atomizada nas classes teóricas. A situação de confronto, com os casos concretos, promove um melhor entendimento e maior fixação das relações entre os Sistemas Naturais e Construídos. Outrossim, é que as junções dos aspectos básicos da Geologia, com a atuação mais aplicada da Engenharia Ambiental, são muito potencializadas quando se discutem os aspectos normativos, ligados ao Direito Ambiental. Isso promove uma abordagem mais crítica das atividades acadêmicas e profissionais, chamando a atenção para a necessidade da constante seriedade e responsabilidade do trabalho do Engenheiro Ambiental.

No caso específico do trabalho, nos foi apresentada a importância da Engenharia Ambiental em cuidar de um patrimônio da União, a saber dos Terrenos de Marinha, conforme disposto no Art. 20, VII da CF, objeto de muita controvérsia na atualidade; bem como na garantia do Direito Fundamental ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado, como preconizado no Art. 225, CF, senão vejamos:

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA G.V., RENNÓ C.V., FRANCO E.M.S. Folha SA-22 Belém. Capítulo 2 - Geomorfologia. In: Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, Projeto RADAMBRASIL, 1-36, 1974.
2. BORGES, M. S.; ANGÉLICA, R. S.; COSTA, M. L. Levantamento Geológico da Ilha do Mosqueiro- Estado do Pará. Projeto Fosfatos na Amazônia. Inédito. 40 p, 1986.
3. COMPTON, R. (1985). Geology in the Field. Stanford University: John Wiley & Sons

4. COSTA, M. L. . Aspectos Geologicos dos Lateritos da Amazonia. Revista Brasileira de Geociências, Brasil, v. 21, n. 2, p. 146-160, 1991.
5. FERREIRA, P.; VASCONCELOS, C.; RIBEIRO, M. (2006). Field work on the beach in variscan context(northern Portugal): Construction of a field guide. Geoscience Education: Understanding SystemEarth. GeoSciEdV. Bayreuth, Germany.
6. IGREJA, H. L. S. ; BORGES, M. S. ; ALVES, R. J. ; COSTA JÚNIOR, P. S. ; COSTA, J. B. S. . Estudos Neotectônicos nas Ilhas de Outeiro e Mosqueiro, Nordeste do Estado do Pará.. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia., 1990, Natal. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia. Natal : SBG-Núcleo Nordeste. v. 5. p. 2110-2123. 1990.
7. SÁ, J.H.S. Contribuição a geologia e os sedimentos terciários e quaternários da Região Bragantina. Boletim do Instituto de Geologia do Rio de Janeiro, 3: 21-36, 1969.
8. SALES, G.M. Ecologia da Paisagem da Ilha do Mosqueiro-PA, NE do Estado do Pará. Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. UFPA. Dissertação de Mestrado. Inédito. 120p, 2005.
9. SILVA, B. N. R. 1975. Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da ilha do mosqueiro –PA com auxílio de fotointerpretação. Piracicaba, Escola Superior de AgriculturaLuiz de Queiroz. 156 p. (Dissertação de Mestrado).
10. SOUZA, C. R de G. A Erosão das Praias do Estado de São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009.