
O LABORATÓRIO DE CARTOGRAFIA COSTEIRA DA UFPE, CRIAÇÃO DA PÁGINA NA INTERNET E SUAS GENERALIDADES

RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES
CARLOS ALBERTO PESSOA MELO GALDINO
FRANCISCO JAIME BEZERRA MENDONÇA

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
rodrigo.mikosz@ufpe.br, carlosapmg@yahoo.com, jaime@ufpe.br

RESUMO - O Laboratório de Cartografia Costeira (LACCOST) do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE foi inaugurado em 2011 e tem como objetivo ser um espaço físico e virtual (sítio na internet) para atrair, divulgar e desenvolver atividades relacionadas à pesquisa e extensão no âmbito nacional e internacional que envolva a cartografia costeira. Sua principal área de estudo é o litoral do Estado de Pernambuco. A interface geográfica entre o mar e continente representa uma área atrativa para estudos e modelagens espaciais no contexto das ciências geodésicas. Este artigo tem o objetivo de apresentar as linhas de pesquisa do laboratório pertencentes às Geociências nas seguintes aplicações: terrenos de marinha, uso e ocupação do solo costeiro e monitoramento geodésico da linha de costa. Resultados alcançados como a criação do sítio na internet e a integração de alunos de iniciação científica, graduação e mestrado com projetos de pesquisa são apresentados dando importantes indicativos de esforços científicos dedicados a interface mar e continente.

ABSTRACT – The Coastal Cartography Laboratory (LACCOST) belongs to the Department of Cartographic Engineering at Federal University of Pernambuco (UFPE) was opened in 2011 and aims to be a physical space and virtual (web site) to attract, promote and develop activities related to research and extension at national and international universe, involving subjects with the theme coastal cartography. The main study area is the Pernambuco State coast. The geographical interface between the sea and the continent represents an attractive area for modeling and research in the context of geodetic sciences. This article aims to present the research lines of the laboratory bellowing to Geosciences in the following applications: Brazilian marine land use, coastal zone land use and settlement and shoreline geodetic monitoring. The results shows the creation of the web site and the integration of students (undergraduate and master) in research projects giving important indicatives related with scientific effort devoted to the sea and continent interface.

1 INTRODUÇÃO

Com uma faixa de 187 km de linha de costa oceânica o litoral pernambucano foi setorizado com base na sua localização geográfica em 21 municípios. A costa pernambucana apresenta uma diversidade de ecossistemas entre eles encontram-se segmentos de planície recobertos por Coqueirais, remanescentes de Mata Atlântica, Restingas, Estuários com extensos Manguezais, Recife de Coral, Coroas, Ilhas, entre outros (MANSO *et al.*, 2006).

A zona costeira é o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos naturais renováveis e não renováveis, levando em conta as inter-relações do meio físico e biológico com as atividades sócio-econômicas. De acordo com Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco (2010), a faixa terrestre da Zona Costeira do Estado de Pernambuco é composta pelos municípios costeiros, subdividida em três setores: Setor Norte, composto pelos municípios de Goiana, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Itapissuma e Itaquatinga; Setor Núcleo Metropolitano, composto pelos Municípios Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata, Camaragibe e Moreno; e Setor Sul, composto pelos Municípios: Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande.

Com o intuito de gerar trabalhos de pesquisa e extensão na interface mar e continente principalmente no estado de Pernambuco foi criado em 2011 o LACCOST. Atualmente este laboratório científico pertencente ao departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE encontra-se com uma equipe composta por três professores doutores, um aluno de mestrado, cinco alunos de graduação (PIBIC) e um aluno de trabalho de graduação em engenharia cartográfica. Todos os pesquisadores encontram-se trabalhando em temas de interesse do laboratório onde o principal objetivo deste artigo é divulgar os aspectos principais das linhas de pesquisa já consolidadas assim como aspectos da criação de um sítio na internet.

2 LINHAS DE PESQUISA

A área de atuação do LACCOST se enquadra nas Geociências, pertencente a Geodésia e Cartografia, a seguir são apresentadas alguns temas de pesquisa, entre estas se encontram estudos referentes a Terrenos de Marinha, uso e ocupação do solo em ambientes costeiros e monitoramento geodésico da linha de costa, em ambos os casos são destacados algumas definições formais, abrangência e aplicações em projetos de pesquisa.

2.1 Terrenos de Marinha

Compreende em estudos e pesquisas relacionadas com os seguintes temas: marégrafo de referência, localização geodésica, abrangência das Leis e suas implicações sociais, econômicas e de cidadania.

Em 14 de novembro de 1832, o Ministério da Fazenda, através do seu artigo 4º de Instruções estabeleceu a definição de terrenos de marinha da seguinte forma:

“São terrenos de marinha todos os que, banhados pelas águas do mar vão até a distância de 15 braças para parte da terra, contadas desde o ponto a que chega o preamar médio de 1831”.

Obs. Considerando que a unidade métrica correspondente a 1 braça é 2,2 m., assim o texto poderá ser entendido como “33 metros para parte da terra”.

Em 1946, através do Decreto Lei nº 9.760, essa LPM-1831 e LTM foram ratificadas como sendo uma faixa territorial pertencente aos bens imóveis da União. Assim:

- Decreto Lei nº 9.760, de 05/09/1946.

“Art. 1º - Incluem-se entre os bens imóveis da União:

a) - os terrenos de marinha e seus acrescidos

:::

Art. 2º - São terrenos de marinha, em uma profundidade de 33 (trinta e três) metros, medidos horizontalmente, para parte da terra, da posição do preamar médio de 1831:

a) - os situados no continente, na costa marítima e nas margens dos rios e lagoas, até onde se faça sentir a influência das marés;

b) - os que contornam as linhas situadas em zonas onde se faça sentir a influência das marés;

:::

Art. 3º - são terrenos acrescidos de marinha, os que se tiverem formado, natural ou artificialmente, para o lado do mar ou dos rios e lagoas, em seguimento aos terrenos de marinha.

:::

Art. 9º - É de competência do Serviço do Patrimônio da União (SPU)¹ a determinação da posição das linhas de preamar médio do ano de 1831 e da média das enchentes ordinárias.”

¹ SPU – atualmente Secretaria do Patrimônio da União

Para localizar e definir geodesicamente a LPM-1831, que é uma linha fixa e fixada em 1832, em relação ao nível médio do mar (NMM) da atualidade, carece considerar variáveis externas (correntes marinhas, alterações temporais do nível do mar, movimentos tectônicos, entre outras devidamente comprovadas cientificamente).

A localização planialtimétrica da LPM-1831 é fixa e única para determinada localidade; (como em toda atividade de mensuração existe uma incerteza – para mais ou para menos – denominada de precisão e exatidão e estas deverão estar compatíveis com as normas técnicas que atendam ao cadastro imobiliário e a legislação pertinente, com 95% de confiança).

A LPM-1831 para ser determinada geodesicamente carece ter sua altitude ortométrica referenciada ao SGB definida a partir dos dados maregráficos devidamente atualizados, assim:

- carece de efetuar a previsão (retrovisão) das marés a 1831 a partir de dados amostrais do mesmo marégrafo; tecnicamente, elegem-se dados amostrais de pelo menos um ano de uma determinada estação maregráfica, em seguida aplicam-se modelos matemáticos da geodésia física, particularmente da teoria do potencial nos cálculos e análise de harmônicos esféricos aplicados às marés para 1831 (LIMA, 2002; VALLE, 2007). Desta maneira, obtêm-se todas as marés do ano de 1831; selecionam-se as premares e calcula-se a média. Lembrando que esta é referida ao NR – nível de redução – do marégrafo e tem-se que relacionar com a Rede Altimétrica do SGB – IBGE².

- carece da inserção de variáveis influentes tais como:

- * tipo de equipamento tecnologicamente adequado;
- * precisão nominal dos equipamentos utilizados;
- * técnica e método de medições de campo e de cálculos;
- * estudos e análises de movimentos tectônicos (cientificamente), se houver;
- * estudos e análises das alterações temporais (cientificamente) do nível do mar e das correntes marinhas, se houver, entre outras;

- carece considerar o cálculo da propagação do erro no transporte das coordenadas planimétricas e altimétrica em função da distância entre estações de referência e da precisão nominal dos equipamentos utilizados;

- carece dos dados das altitudes ortométricas de pontos da Rede de Nivelamento Brasileira do SGB – IBGE, envolvidas na área de trabalho;

- carece dos dados descritivos da estação maregráfica de referência atualizadas pela DHN³ (localização geográfica por coordenadas, zero hidrográfico, nível de redução – NR, diagrama de equivalência em relação à Rede Altimétrica do SGB-IBGE, entre outros); e,

- quando a área corresponde às extensões de dimensões como o litoral de Pernambuco, por exemplo, utilizam-se dados de todos os marégrafos disponíveis na região; no caso (Maceió, Suape, Recife e Cabedelo) e determina-se a LPM-1831 por trechos.

Com os valores da altitude ortométrica da LPM, inicia-se o processo de medição em campo. As medições geodésicas são efetuadas sobre seções amostrais na área de abrangência, elegendo-se e materializando-se no entorno de cada área-amstral uma RN com coordenadas tridimensionais precisas e, desta efetuam-se as medições das respectivas seções.

Assim, a interseção dos pontos de mesma cota ortométrica calculada para LPM será a linha de preamar média de 1831. E, essa altitude servirá de referência e verificação amostral, em campo, quando os trabalhos forem efetuados por metodologia fotogramétrica, Scanner Aéreo ou outra de maior abrangência territorial.

Com relação aos “acrescidos de marinha” - parcelas territoriais também pertencentes ao patrimônio imobiliário da União -: Caracterizam-se pelas terras que se tiverem formado, natural ou artificialmente, para o lado do mar ou dos rios e lagoas, em seguimento aos terrenos de marinha.

Sobre este tema, no LACCOST está sendo desenvolvida uma pesquisa de iniciação científica - PIBIC/UFPE, em uma área piloto do Recife. O estudo compreende: uma pesquisa cartográfica em museus, acervos cartográficos de órgãos públicos, IPHAN, Museu de Estado, FIDEM, Igreja, Cartórios, Universidades, entre outros e analisar para mesma região a evolução e metamorfose topográfica que, com os resultados das medições geodésicas tridimensionais e embasamentos na legislação vigente, podem-se identificar e definir as áreas “acrescidos de marinha” sobre a região estudada.

² SBG – IBGE - Sistema Geodésico Brasileiro - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

³ DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação (Ministério da Defesa – Marinha do Brasil)

2.2 Uso e ocupação do solo em ambientes costeiros

A urbanização é um dos processos mais impactantes no meio ambiente. Empenhar-se em atrair recursos e assim manter mapeamentos atualizados com o propósito de estudar a evolução espacial de áreas de mananciais e recursos hídricos é uma área fundamental como instrumento de planejamento costeiro. Delimitar locais de risco, gerar planos de ação a respeito da biodiversidade e propiciar aprendizado para gestão de áreas costeiras estão relacionadas com o uso e ocupação do solo.

Nesta linha de pesquisa foram orientados dois trabalhos de iniciação científica PIBIC/UFPE onde no primeiro projeto os objetivos foram resgatar imagens de satélites e fotografias aéreas da praia de Boa Viagem e Pina, Recife-PE, logo após classificar as imagens em função do Zoneamento Urbano e uso do solo, comparar a evolução temporal do zoneamento costeiro utilizando as imagens de satélite e fotografias aéreas e estudar o uso do solo atual assim como os critérios de urbanização no decorrer do tempo e seus impactos, mais detalhes e resultados podem ser encontrados em Sabiá *et al.*, (2011).

Em outro projeto de iniciação científica PIBIC/UFPE nesta linha de pesquisa buscou-se analisar critérios de urbanização no decorrer do tempo e seus impactos causados, neste sentido foi efetuado um levantamento topográfico tridimensional de edificações e feições de interesse como, por exemplo, a posição da linha de costa para identificar impactos causados na interface mar e continente (Silva *et al.*, 2011).

Atualmente encontram-se em desenvolvimento mais dois projetos de iniciação científica dando continuidade a esta linha de pesquisa.

2.3 Monitoramento geodésico da linha de costa

A posição da linha de costa é instável, variando de acordo com o tempo, sofrendo efeitos de avanço e recuo na sua posição geodésica. Monitorar a estabilidade costeira é vital para gestão do meio ambiente e faz parte do conjunto de tarefas e atividades que contribuem com o gerenciamento costeiro.

Destaca-se que a falta de informações cartográficas recentes dificulta a determinação da variabilidade da linha de costa, tornando difícil sua modelagem. Em Gonçalves (2010) encontram-se exemplos de modelagem de dados temporais envolvendo a posição da linha de costa e suas tendências utilizando inteligência artificial e modelos probabilísticos.

Do ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente à linha interface entre terra e o mar, a tentativa de delimitá-la torna-se mais complicada. Pois sua definição depende das escalas temporais associadas (Almeida, 2008).

Os pesquisadores neste sentido têm buscando estabelecer uma metodologia científica para determinar a posição da linha de costa com o método do posicionamento GNSS. Em Mendonça (2005) foram monitorados movimentos relativos e absolutos da ilha da Coroa do Avião, no período de 42 meses, entre novembro de 2000 e maio de 2004 e identificados às alterações do comportamento morfológico da extremidade sul da ilha de Itamaracá.

Em Mendonça (2009) foram divulgados os resultados da análise da pós praia considerando a linha de costa levantada e a posição da ocupação, entre a praia do Pina, no município de Recife chegando a praia de Piedade, no município de Jaboatão dos Guararapes.

Destaca-se que no âmbito nacional as aplicações GPS para a área marinha iniciam-se com a tese de doutorado Krueger (1996) onde a partir deste ano, vários trabalhos científicos são desenvolvidos na UFPR, sendo uma referencia nacional importante para o monitoramento geodésico da linha de costa.

Atualmente uma nova bolsa de pesquisa PIBIC/UFPE vem dando continuidade a esta linha de pesquisa de monitoramento costeiro. Destaca-se também uma monografia de conclusão de graduação no sentido de planejar e executar um levantamento GNSS-RTK levando em conta dois fatores: as edificações que estão muito próximas a linha de costa e a restrição do horário função da maré.

3 ELABORAÇÃO DA PÁGINA NA INTERNET DO LACCOST

Partindo da idéia inicial de três professores do departamento de Engenharia Cartográfica (DECART) os quais são os respectivos autores deste artigo, surgiu a consolidação do LACCOST em um espaço físico reservado em uma sala que foi transformada em um laboratório de pesquisa e permanência de alunos de graduação e pós-graduação para este propósito.

Para equipar o laboratório foi fundamental o apoio do projeto de pesquisa PPP/APQ-1242-1.07/10 financiado pela FACEPE/CNPq. O próximo passo foi solicitar um domínio eletrônico no Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) da UFPE para a criação de uma página na internet.

Feito isso, foi montado à página no seguinte endereço: www.ufpe.br/laccost. A página tem o objetivo divulgar os projetos de pesquisa e extensão, material referente a artigos científicos produzidos pela equipe e as atividades ao qual o laboratório participa. Navegando na página é possível identificar do lado esquerdo temas principais na seguinte ordem: objetivos, pesquisadores, atividades, projetos de pesquisa, publicações, LACCOST *in loco* (Fotos), *links* e contatos.

Ao abrir a página aparece em destaques notícias postadas na página assim como os principais eventos científicos nacionais e internacionais pertencentes às ciências geodésicas. Em pesquisadores é possível identificar os professores envolvidos no laboratório assim como os alunos e os respectivos currículos *lattes*. Já em publicações, por exemplo, é possível gravar no formato *pdf* diversos artigos publicados pela equipe a partir do ano de 2009. Destaca-se que a página vem sendo atualizada e melhorada constantemente.

4 CONCLUSÕES

Ainda existem muitas questões que precisam ser pesquisadas, analisadas e respondidas no que se refere a temas ligado à interface mar e continente. O primeiro passo, com a criação do LACCOST foi dado em 2011.

Baseado na revisão de literatura e no conhecimento da realidade encontrada no Estado de Pernambuco indica-se alguns pontos que podem ser trabalhados em pesquisas futuras, de modo a dar continuidade nas linhas de pesquisa citadas sugere-se: na medida do possível ampliar a área de estudo; aplicar e avaliar a exatidão (ou acurácia) e a precisão dos métodos de medição com receptores GNSS e sensoriamento remoto na determinação da linha de costa; levantar tendências e oferecer prognósticos para os ambientes monitorados e implantar uma rede geodésica científica para dar suporte ao monitoramento costeiro no Estado de Pernambuco.

Assim, o LACCOST tem na atualidade, entre outros projetos, o de “terrenos de Marinha” abrangendo estudos sobre os marégrafos de influência na região, dados amostrais desses marégrafos, cálculos para as marés de 1831, estudo temporal do nível mar, definição da cota absoluta da preamar média de 1831 relativamente ao SGB e a sua respectiva Linha de Preamar Média - LPM-1831 bem como a Linha Limite Terreno de Marinha – LLTM. Em seu cronograma físico este novo projeto inicia em fevereiro de 2012.

Destacam-se os esforços para criação e consolidação do endereço eletrônico do laboratório na rede mundial de computadores (www.ufpe.br/laccost) divulgando de forma livre publicações e informações para toda a comunidade acadêmica e sociedade de forma geral que tenha interesse em assuntos voltados á área de cartografia e geodésia costeira, assim como, a importante e fundamental tarefa de criar oportunidades para complementar a formação de alunos do curso de graduação em engenharia cartográfica e pós-graduação em ciências geodésicas que tenham interesse nas linhas de pesquisa mencionadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto de pesquisa PPP/APQ-1242-1.07/10, Monitoramento e mapeamento costeiro do uso e ocupação do solo nos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes. Financiadores: FACEPE/CNPq.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H.R.R.C. **Séries temporais de imagens suborbitais e orbitais de alta resolução espacial na avaliação da morfodinâmica praial no município do Cabo de Santo Agostinho –PE**. Dissertação de conclusão de curso, (Mestrado em Ciências Geodésicas) UFPE, 2008.124p.

GALDINO, Carlos Alberto Pessoa Mello. **Cadastro de Parcelas Territoriais Vinculado ao Sistema de Referência Geocêntrico – SIRGAS2000**. 2006. 215p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil – Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão do Território. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – SC.

GALDINO, C. A. P. M.; ALBERTO, de P. J. ; Araújo, M. P de; PHILIPS, J. Terrenos de Marinha – Problemas e Conjecturas **In: V COBRAC, out./2002, Florianópolis: UFSC–ECV - Grupo de Cadastro Técnico**. Anais em CD, 2002. www.ufsc.gov.br

GALDINO, Carlos Alberto Pessoa Mello. **Determinação de Desníveis por GPS para Aplicações em Engenharia Através da Definição dos Parâmetros de um Geóide Local**. 1996. 86p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

GONÇALVES, R. M. **Modelagem de Tendência a Curto-Prazo da Linha de Costa Através de Dados Geodésicos Temporais Utilizando Regressão Linear, Estimativa Robusta e Redes Neurais Artificiais**. 2010. 152p. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

KRUEGER, C. P. **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho**. 1996. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

INVESTIGAÇÕES SOBRE APLICAÇÕES DE ALTA PRECISÃO DO GPS NO ÂMBITO MARINHO
Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco. Lei Nº 14. 258, de 23 de dezembro de 2010. Disponível em:
<http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%20Est%2014258;141010;20101228.pdf>. Acesso: 15 novembro 2011.

LIMA, Obéde Pereira de. **Localização Geodésica da Linha Preamar Média de 1831 – LPM/1831, com Vistas à Demarcação dos Terrenos de Marinha e seus Acrescidos**. 2002. 248p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil – Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão do Território. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – SC.

MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; GUERRA, N. C.; JUNIOR, C. F. A. S. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco**. Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM. Recife: Editorial da Universidade, 2006. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_publicacao/78_publicacao12122008091035.pdf> Acesso 19 setembro 2011.

MENDONÇA, F. J. B.; **Posicionamento de alta resolução: adequação à morfologia**. 2005. 94p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco – Recife-PE.

MENDONÇA, F. J. B.; MENDONÇA, R. L. Determinação da Linha de Costa das Praias do Município de Recife. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, UFPE. 2009.

VALLE, N. R. **Taxas de Marinha: Taxas de Ocupação (Devida ou Indevida, Como saber?)** – 1.ed. – São Paulo: RG Editores, 2007.190p.

SABIÁ, D. M. B.; GONÇALVES, R.M.; SILVA, D.C.P.; MENDONÇA, F.J.B.; SILVA, L.M. Cartografia Costeira aplicada na identificação de características do Zoneamento Urbano. **XXV Congresso Brasileiro de Cartografia**. 21 a 24 de agosto de 2011. pp. 01-09. Curitiba PR (artigo aceito para apresentação oral).

SILVA, D.C.P.; GONÇALVES, R.M.; SABIÁ, D. M. B.; MENDONÇA, F.J.B.; SILVA, L.M. Evolução da Urbanização Costeira e análise da posição geodésica da área *non aedificandi* em Recife. **VI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**, 12 a 14 de setembro de 2011 pp. 01-02. Curitiba PR (resumo aceito para apresentação de painel).