

Análise evolutiva e caracterização dos depósitos tecnogênicos associados ao bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE

Evolutional analysis and characterization of the technogenic deposits associated to the Coroa do Meio district, Aracaju/SE

Luana Santos Oliveira Mota^{ab}, Rosemeri Melo e Souza^{ac}

^aUniversidade Federal de Sergipe

^boliveiras.lua@gmail.com, ^crome@ufs.br

Resumo

O presente trabalho tem por escopo a identificação e classificação de depósitos tecnogênicos presentes no bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE, na margem direita da desembocadura do rio Sergipe. A pesquisa foi conduzida em três etapas: análise da evolução da desembocadura fluvial em longo e médio prazos e identificação dos depósitos tecnogênicos a partir de execução de sondagens simples e reconhecimento de solo a trado em quatro pontos (T2 e T4 – primeiro aterro e T1 e T3 – segundo aterro). A análise da evolução da desembocadura apontou que o surgimento do bairro esteve associado à migração e à anexação de bancos arenosos à costa entre os anos de 1823 e 1914. Na década de 1980 deu-se início ao aterramento da área, ocorrido em duas fases. Nos testemunhos 1 (125 cm de profundidade) e 2 (100 cm de profundidade) identificou-se a presença de areia fina siltosa e pouco siltosa alternando entre as camadas, sem a presença de artefatos de origem humana. Estes depósitos, que compõem a primeira fase do aterro, foram derivados do processo de remobilização de sedimentos da planície de maré e mesmo não apresentando artefatos antrópicos, foram classificados como depósitos tecnogênicos em função da sua gênese ser resultante da influência humana direta. Já nos testemunhos 1 e 3 (135 cm de profundidade) identificou-se que a primeira camada é formada basicamente por argila siltosa e pedregulhos, enquanto as restantes apresentam alternância entre camadas de areia fina e areia fina pouco siltosa. Na última camada foram identificados detritos de procedência humana originários de restos de construção. Conclui-se, a partir das características observadas, que o setor associado ao primeiro aterro é composto por materiais dragados, enquanto o segundo aterro é composto por materiais úrbicos.

Palavras-chave: dinâmica fluviomarina; planície de maré; intervenção antropogênica.

Abstract

The main purpose of this article is to identify and classify technogenic deposits at *Coroa do Meio* district, placed on Aracaju City, State of Sergipe, located specifically on the right bank of the Sergipe river mouth. The research was made into two steps: analysis of river flow evolution at long and medium terms and identification of the technogenic deposits from the execution of simple surveys and soil recognition at four points (T1; T2 - first landfill and T3; T4 - second landfill). The estuary evolution analysis indicated that origins of district was related to migration and annexation of sandy banks to the coast between the years 1823 and 1914. At 1980s started the area grounding which involved two phases. Samples 1 (125 cm depth) and 2 (100 cm depth) show the presence of thin silty sand and few silty as well alternating between the layers with none human artifacts. These deposits, which consists in the first layer of the landfill, have arisen from the tide plain sediments remobilization process. Even though the absence of anthropogenic artifacts they were classified as technogenic deposits due to the direct human influence over their genesis. Besides, the first and third samples (135 cm depth) demonstrated that the first layer is basically formed by silty clay and boulders while remaining layers alternate between layers of fine sand and thin silty sand. The last layer, by the way, demonstrates the presence of sweepings generated by humans, specially those ones resulted from buildings constructions. Finally it was concluded from the observed characteristics of the studied area that the sector associated to the first landfill is composed by dredged materials while the second landfill is composed by urbic materials (buildings construction detritus).

Keywords: fluvialmarine dynamics; tidal plain; anthropogenic intervention.

1. Introdução

As intensas transformações guiadas pelo componente antrópico nos sistemas naturais tem alterado mormente a estrutura e, principalmente, a composição da

paisagem. Nos ambientes urbanos estas alterações são ainda mais acentuadas, dado que as diferentes demandas socioeconômicas associadas a este espaço obsecram grandes mudanças no arranjo das unidades

naturais. Essas se dão de forma direta, através de aterros e remobilização de sedimentos, tal como de maneira indireta, como na alteração de balanço sedimentar, erosão, deslizamentos etc.

Em meio a estas considerações evidenciam-se as discussões em torno dos depósitos tecnogênicos, que constituem um tipo de formação superficial originária da ação antrópica, cuja principal característica é a alteração da estrutura geológico-geomorfológica de uma dada paisagem (Machado 2013, Peloggia *et al.* 2014). Quanto à origem, Oliveira (1990) enquadra os depósitos tecnogênicos em três tipos: construídos – aterros, corpos de rejeitos; induzidos – erosão, assoreamento, aluviões modernos; e modificados – depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos etc.

Já no que diz respeito à classificação quanto ao material constituinte, Fanning & Fanning (1989 *apud* Peloggia *et al.* 2014) os categorizam em: Materiais Úrbicos – detritos urbanos que contêm artefatos manufaturados pelo homem (tijolos, concreto, asfalto, detritos de demolição); Matérias Gárbicos – materiais detriticos, como lixo orgânico de origem humana; Matérias Espólicas – materiais terrosos escavados e redepositados por obras de terraplanagem; Materiais

Dragados – materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques com cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

Como avaliado, os ambientes urbanos são os principais cenários dessas grandes alterações estruturais nos componentes naturais das paisagens, e por esta razão, em geral, são as áreas em que os problemas ambientais são mais evidentes, uma vez que as alterações estruturais provocam, comprovadamente, alterações no estado de equilíbrio das paisagens. Em se tratando dos ambientes costeiros, essas modificações além de constantes, tendo em vista que no Brasil estas áreas são de elevada concentração e atração populacional, trazem uma preocupação mais evidente em razão da composição frágil típica da zona costeira.

É dentro do contexto apresentado que se enquadra o escopo do presente trabalho – a avaliação das alterações realizadas pela intervenção antrópica no bairro Coroa do Meio, localizado na margem direita da desembocadura do rio Sergipe (figura 1). Esta avaliação deu-se através do entendimento da evolução da desembocadura em médio e curto prazo, associado à identificação, classificação e mapeamento dos depósitos tecnogênicos.

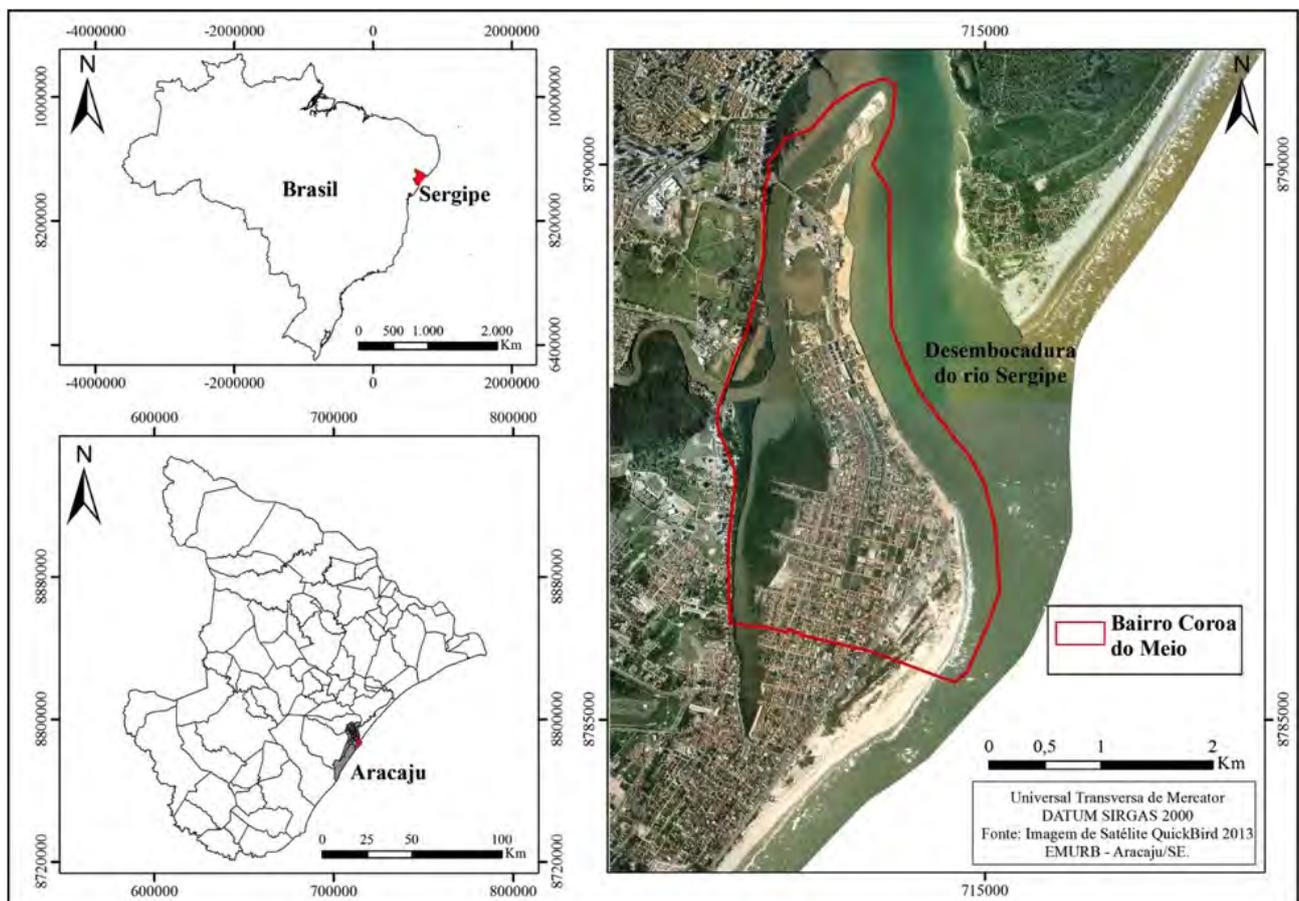


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: Ortofotos, 2004.

2. Materiais e Métodos

Para a operacionalização dos objetivos apontados, o presente trabalho foi conduzido em três etapas: análise da evolução da desembocadura fluvial em longo prazo, avaliação da intervenção antrópica em médio prazo e identificação e classificação dos depósitos tecnogênicos.

A análise evolutiva da desembocadura do rio Sergipe foi realizada com base nas cartas náuticas disponíveis para os anos de 1823, 1914, 1927 e 1946, além de fotografias aéreas de 1965, 1978 e 1986, ortofotos de 2004 e imagens de satélite QuickBird de 2003, 2008 e 2014. Essa mesma base cartográfica deu suporte a avaliação histórica da inserção antrópica na paisagem.

Todas as fotografias aéreas e imagens de satélite usadas foram georreferenciadas com auxílio do programa GLOBAL MAPPER 11, tomando por base as ortofotos de 2004. Utilizou-se o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator - UTM e o *datum* SIRGAS BRASIL 2000 para o georreferenciamento e posterior confecção dos mosaicos multitemporais da área de estudo. Este mesmo sistema de projeção foi utilizado para confecção de todos os mapas temáticos apresentados.

Já a identificação dos depósitos tecnogênicos deu-se através da interpretação de fotografias aéreas e da execução de sondagens simples e reconhecimento de solo com uso de trado na área investigada.

As sondagens foram limitadas pela presença do lençol freático e pelo próprio material constituinte que impediu a penetração. Foi utilizado o método de simples reconhecimento de solo, observando as normas 9.603/15 e 6.484/01, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Foram realizados quatro furos (T1, T2, T3 e T4), com profundidade variando entre 0,45 cm e 1,40 m, cujas localidades estão expostas na figura 2.

A partir das amostras coletadas nos furos de sondagem foram executados os ensaios de laboratório, com o objetivo de caracterizar os materiais existentes no terreno. O método utilizado para análise granulométrica foi o Densímetro de Bouyoucos, tendo por base o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes da [EMBRAPA \(2009\)](#).

Posterior a identificação e classificação, realizados com base nos dados colhidos em campo e analisados em laboratório, procedeu-se ao mapeamento dos depósitos, realizado com auxílio do programa de geoprocessamento ArcGIS 10.1.2.



Figura 2: Distribuição dos pontos de coleta no bairro Coroa do Meio. Fonte: Ortofotos, 2008.

3. Resultados e Discussões

Evolução em longo prazo da desembocadura do rio Sergipe

O processo evolutivo da desembocadura do rio Sergipe pode ser visualizado na figura 3, elaborada com base em cartas náuticas, em que é demonstrada a formação da área na qual se encontra o bairro Coroa do Meio, na margem direita do rio Sergipe.

A avaliação dos mapas associada à análise de estudos técnicos apontou que a evolução da desembocadura esteve ligada inicialmente a agentes naturais e, posteriormente, à intervenção antrópica.

O grande acúmulo de sedimentos à barlamar (*updrift*) do delta de maré-vazante na desembocadura do rio Sergipe, está associado, entre outras razões, a direção dominante do transporte longitudinal na área de estudo que é de NE para SW. Conforme observado nas cartas náuticas de 1823, os bancos arenosos localizados defronte à desembocadura dividiam a foz do rio Sergipe

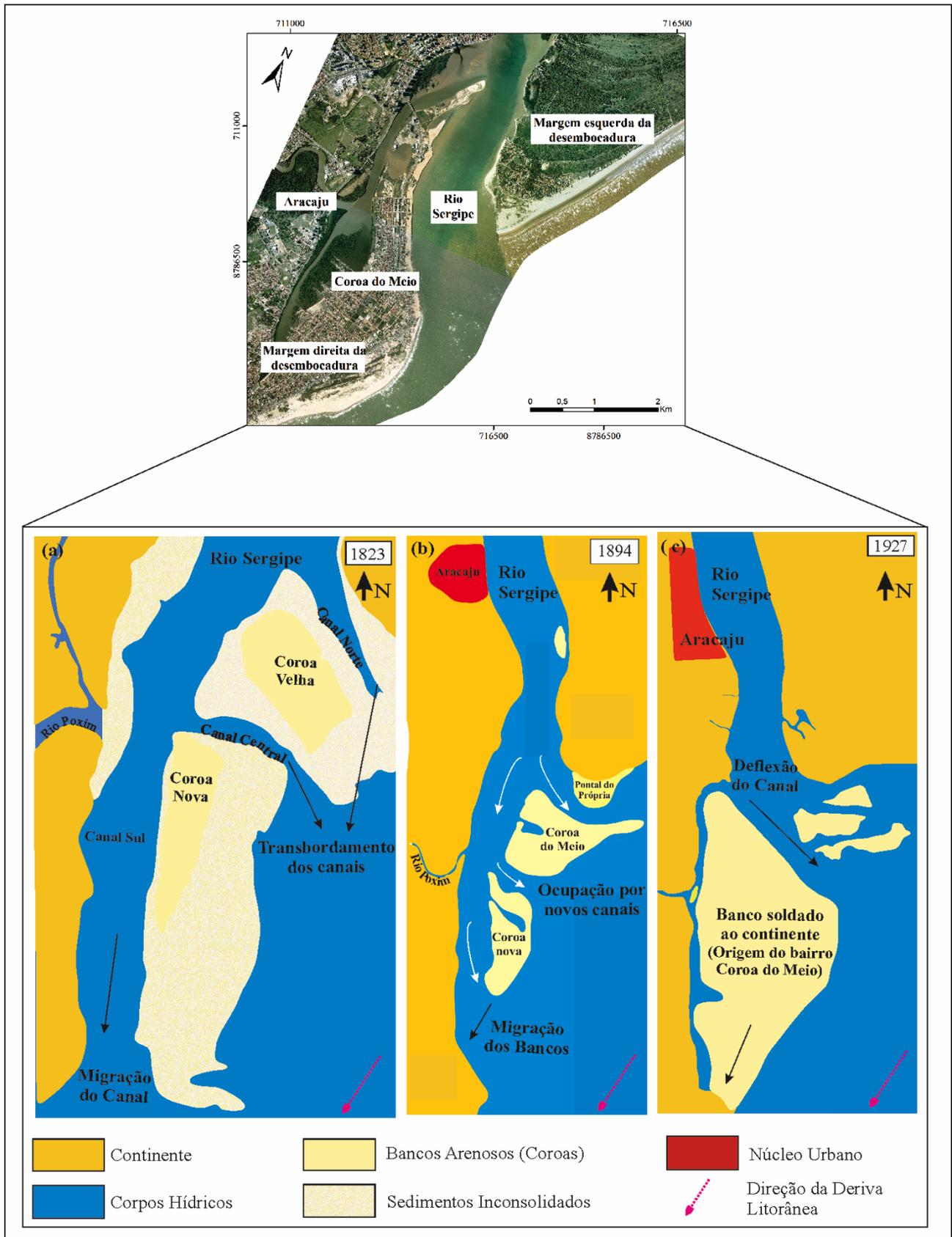


Figura 3: Representação da evolução do bairro Coroa do Meio em longo prazo. Fonte: Ortofotos 2004; Cartas Náuticas de 1823, 1894 e 1927.

em três canais: canal Norte (parcialmente bloqueado pelos sedimentos), canal Central e Canal Sul (Figura 3-a). Neste momento o fluxo principal do rio se dava pelo Canal Sul, caracterizado até então como a foz.

Em 1894 houve o alargamento e aprofundamento do Canal Norte da desembocadura. Esta condição desviou o fluxo para uma rota mais curta em direção ao mar, através do delta de maré-vazante, gerando canais secundários (canal Norte e Central), fato que resultou em seu rompimento. Assim que a formação do novo canal foi completada (canal Norte), ele passou a transmitir a maior parte do fluxo hídrico. Tal modificação tornou o canal Sul hidraulicamente ineficiente.

O processo de rompimento do delta de maré-vazante geralmente resulta no *bypassing* de um grande volume de sedimentos, do qual uma parte pode vir a preencher o canal abandonado e a outra porção pode migrar e anexar-se ao continente (Fitzgerald *et al.* 2000). No caso da área de estudo o transpasse de sedimentos, em função do rompimento do delta de maré-vazante, resultou na migração e posterior anexação dos bancos arenosos (coroa nova e coroa do meio) à costa, processo que isolou o antigo canal principal, tornando-o uma área sem influência direta da ação das ondas (figura 3-b). Este processo proporcionou o seu preenchimento parcial por sedimentos finos e em suspensão, com a subsequente formação de uma planície de maré (Maré do Apicum).

De acordo com a PLANAVE (1992), os bancos anexaram-se ao continente e consolidaram-se com o mínimo de intervenção humana, crescendo para dentro do estuário, fato que resultou no processo de fechamento do braço morto como parte principal do estuário (figura 3-c).

No que concerne ao processo de união total entre as coroas arenosas e o continente, o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (1965) indica que houve obras de aterramento com a finalidade de consolidar definitivamente tal ligação. Já a HIDROSERVICE (1987) indica que não há informações oficiais quanto ao processo de fechamento, mas sugere que este tenha acontecido naturalmente, em função das características observadas na área, a exemplo das formas das linhas topográficas. Nada obstante, não descarta a hipótese de interferência humana na antecipação de um processo natural.

Como já foi dito anteriormente, a evolução da presente desembocadura até um certo momento deu-se unicamente pela dinâmica de agentes naturais, responsáveis pela intensa variabilidade morfodinâmica dos ambientes estuarinos. No entanto, o processo evolutivo natural foi interrompido pela intervenção humana, o que resultou em grandes alterações na estruturação natural dessa paisagem.

A intervenção antrópica na margem direita da desembocadura do rio Sergipe

Em momento posterior àquele em que os bancos arenosos (coroas) migraram e se anexaram ao continente,

meados da década de 1960, iniciou-se o processo de ocupação da frente litorânea do município de Aracaju. Como a paisagem recém-formada era composta essencialmente por uma planície maré (manguezal e apicum) e campo de dunas (dunas móveis) (figura 4-a), para comportar a ocupação vindoura, a prefeitura do município procedeu o aterramento das feições naturais (1ª fase do aterro), dividindo a área em lotes já na década de 1980 (figura 4-b). Informação que merece destaque no relatório elaborado pela PLANAVE (1992) diz respeito ao fato de que grande parte do material utilizado para o aterro foi dragado do braço morto do rio Sergipe (Maré do Apicum).

Nesse setor constitui-se o bairro Coroa do Meio, uma área de reserva destinada às classes mais abastadas, que poderiam usufruir dos atrativos naturais típicos das regiões praianas. O bairro recebeu fartos investimentos, foi alvo de grandes projetos urbanísticos, que preconizavam a instalação massiva de infraestrutura, inaugurando importante e contraditória fase de ocupação da costa do município.

Além do grande impacto causado pelo aterro massivo do manguezal e dunas, outro grande problema assolava o bairro, a erosão costeira. Por se localizar nas adjacências da desembocadura, a área sempre esteve associada à ação dos agentes fluviomarinhos, que ocasionaram modificações consideráveis no posicionamento da linha de costa às margens da desembocadura.

Os agentes desencadeadores dos processos erosivos à época estavam associados principalmente aos agentes naturais, a exemplo da contínua migração do talvegue do rio em direção sudoeste, contra a margem em que se localiza o bairro Coroa do Meio, mas também a fatores antrópicos. De acordo com a Empresa Municipal de Obras e Urbanização (1985), ao se processar o aterro da Coroa do Meio, destruiu-se a proteção natural da costa, já que os diversos canais que cortavam a área e serviam de quebra mar natural foram aterrados.

Diante de tal contexto, o Governo do Estado de Sergipe contratou a PLANAVE em 1983 para desenvolver projeto de contenção da erosão costeira. A proteção da Coroa do Meio se daria por espigões curtos em espaçamentos pequenos. As obras de construção do molhe e espigões se iniciaram a partir da década de 1990, com um novo aterro realizado para conter a erosão, tal como para servir de sustentáculo para os espigões (figura 4-c).

4. Identificação, classificação e mapeamento dos depósitos tecnogênicos

A fim de comprovar as informações obtidas a partir da interpretação das fotografias aéreas e imagens de satélite, realizou-se sondagens em quatro pontos, com profundidades distintas, visando à caracterização dos depósitos. O recolhimento das amostras ficou circunscrito ao bairro Coroa do Meio, incluindo as áreas da primeira fase do aterro (T - 2 e T - 4) e as áreas da segunda fase do aterro (T - 1 e T - 3) (figura 5).

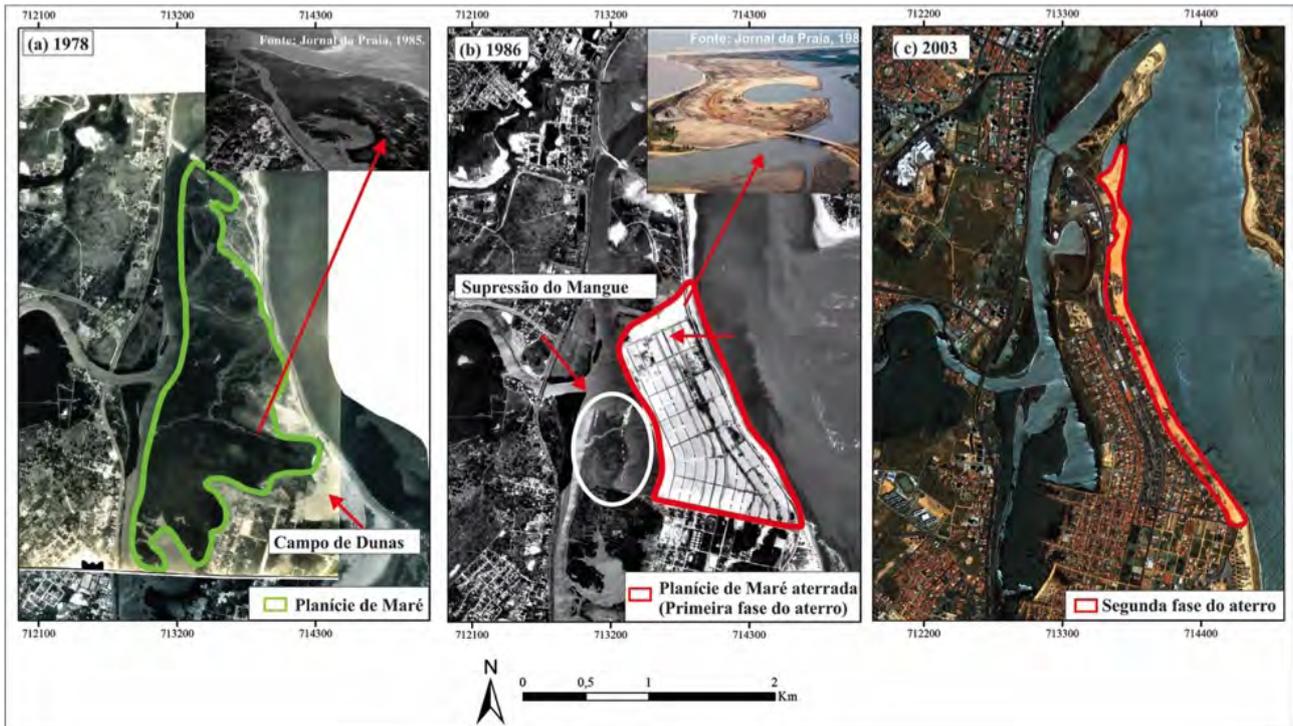


Figura 4 – Fases do aterro do bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE. Fonte: Em (a): Fotografias aéreas de 1978; Em (b): Fotografias aéreas de 1986; Em (c): Imagens de Satélite QuickBird, 2003.

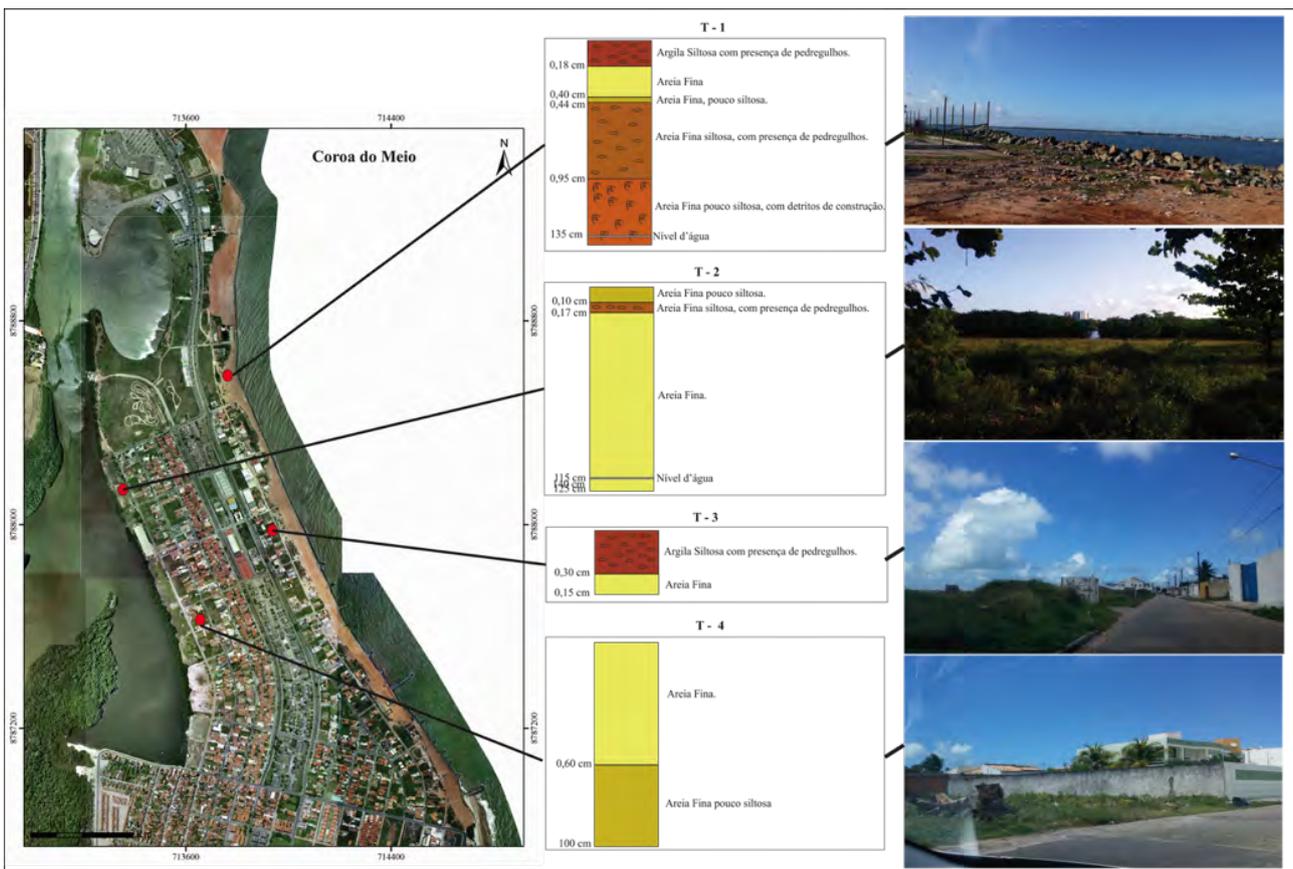


Figura 5: Caracterização dos depósitos tecnogênicos associados ao bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE. Fonte: Ortofotos, 2008; Levantamento fotográfico das autoras.

A análise dos testemunhos apontou dois padrões distintos de composição textural. Nos testemunhos 2 e 4, com profundidades de 125 cm e 100 cm, respectivamente, associados à primeira fase do aterro, identificou-se a presença de areia fina e areia fina siltosa e pouco siltosa alternando entre as camadas. Neles não foram encontrados artefatos de origem humana.

Já no testemunho 1, cuja profundidade foi de 135 cm, observou-se aspectos texturais diferenciados. A primeira camada é formada basicamente por argila siltosa e pedregulhos, enquanto as restantes apresentam alternância entre camadas de areia fina e camadas de areia fina e pouco siltosa. Na última camada foram identificados detritos de origem humana, basicamente restos de construção associados a areia fina pouco siltosa. O testemunho 3, também inserido na área dos novos aterros, teve apenas 45 cm de profundidade. A primeira camada é composta basicamente de argila siltosa e a segunda de areia fina. Por inferência, acredita-se que o T-3 possui as mesmas características texturais do T-1, em razão da similaridade entre as primeiras camadas associada às características visualizadas na paisagem.

Derivados do processo de remobilização de sedimentos da planície de maré, os depósitos tecnogênicos circunscritos à primeira fase do aterro, mesmo não apresentando artefatos de origem antrópica em sua composição, são assim classificados em função da sua gênese ser resultante da influência humana direta que se deu através dos processos de deslocamento de sedimentos, sendo o material constituinte dos depósitos predominantemente natural.

Com base em tais características, quanto à gênese, dentro da classificação de Oliveira (1990) caracterizam-se como Depósitos Construídos. Já quanto à composição, classificam-se como Materiais Dragados, tendo em vista que o aterro foi realizado com materiais oriundos da maré do Apicum (braço morto do rio Sergipe) redepositados em cotas topográficas relativamente superiores ao do curso fluvial e do manguezal.

É em virtude das características dos depósitos análogos aos encontrados na área de estudo que se faz necessário o conhecimento da dinâmica evolutiva da paisagem, uma vez que a caracterização sedimentológica de uma dada área pode não ser suficiente para revelar a influência antrópica nos depósitos. Em casos como o observado para Coroa do Meio, a similaridade com os depósitos de origem natural podem induzir a erros de interpretação, haja vista que a classificação de um depósito enquanto tecnogênico não se dá apenas em razão da sua composição, mas também por efeito da sua origem. Afinal, a evolução natural da

planície de maré, tal como suas propriedades naturais, foi completamente alterada, mesmo possuindo um substrato sem componentes de ordem antrópica.

Concernente aos testemunhos 1 e 3, a atuação antrópica deu-se de forma diferenciada. Não obstante também se caracterizar como Depósitos Construídos, em razão da atuação humana direta, no T1 se constatou a presença de artefatos humanos nas camadas mais profundas do aterro, o que caracteriza esta porção como depósitos constituídos por Materiais Úrbicos.

Com base nos resultados obtidos, a figura 6 aponta para a distribuição dos depósitos tecnogênicos na área investigada.

Ante o exposto compreende-se que o fator antropogênico, a partir de processos tecnogênicos agradativos, agiu no sentido de transformar uma planície de maré em uma “planície tecnogênica”, denominação esta, utilizada por Peloggia (1997). Na figura 7 são destacados os principais processos tecnogênicos e naturais associados ao bairro Coroa do Meio.



Figura 6: Distribuição dos depósitos tecnogênicos no bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE. Fonte: Imagens de Satélite QuickBird, 2014.

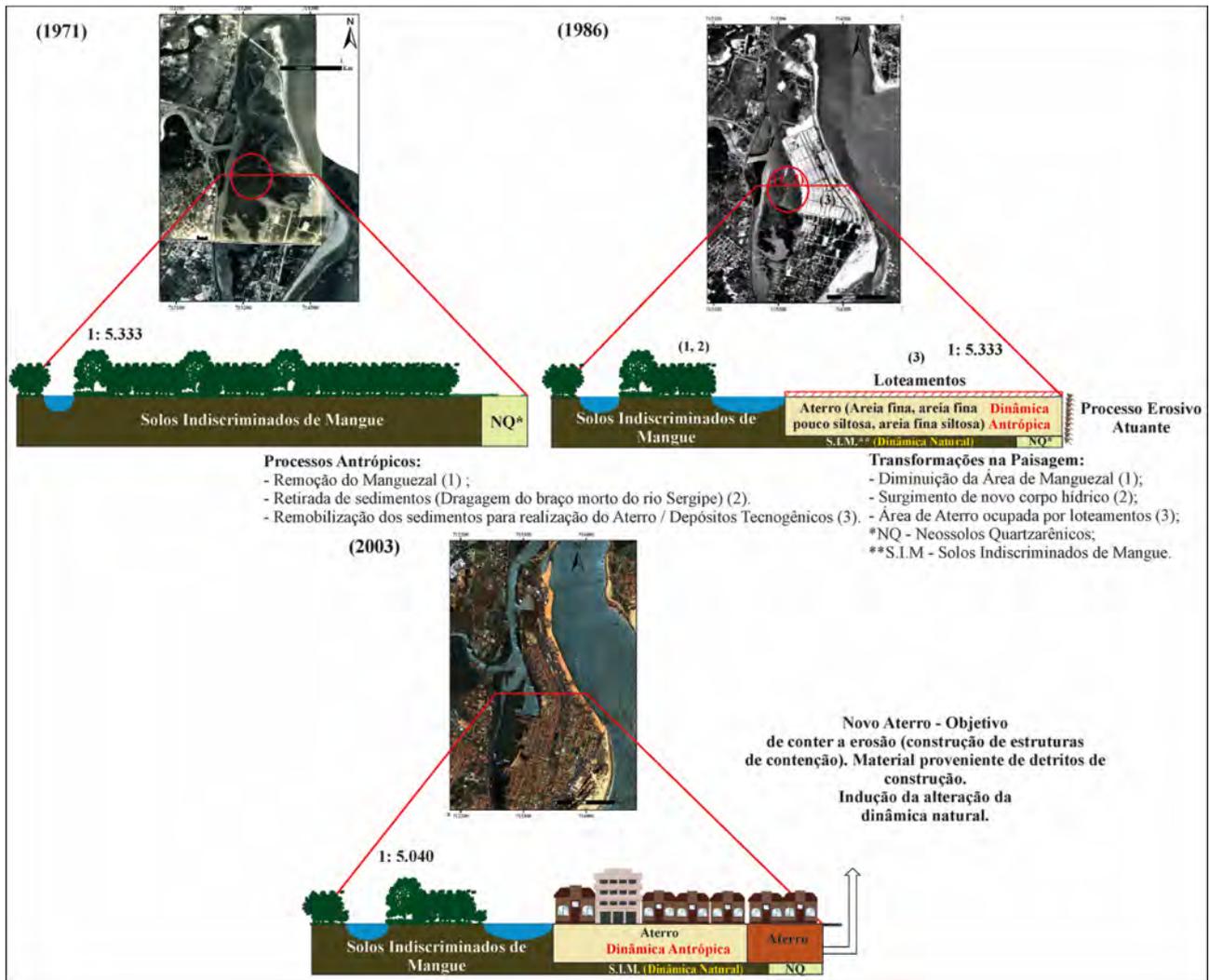


Figura 7: Processos tecnogênicos no bairro Coroa do Meio. Fonte: Fotografias aéreas de 1971 e 1986; Imagens de Satélite de 2003.

5. Conclusões

A análise evolutiva da margem direita da desembocadura do rio Sergipe revelou grandes transformações na paisagem oriundas em longo prazo da dinâmica natural, típica dos ambientes estuarinos; e em médio e curto prazos resultantes da intervenção antrópica.

Nos últimos 30 anos as modificações decorrentes do processo de urbanização do bairro Coroa do Meio resultaram na alteração da dinâmica sedimentar da desembocadura, assim como, em transformações na estrutura geológica/pedológica da paisagem.

No que concerne às mudanças na composição e estrutura da paisagem, que se revelam no ordenamento espacial das unidades que a compõe, destaca-se a identificação de depósitos tecnogênicos presentes em parte da área investigada. Tais depósitos foram classificados em dois tipos: materiais úrbicos e materiais de dragagem, ambos resultantes da ação direta do agente antrópico, em consequência da realização de aterros.

Assim, conclui-se que esta porção da costa aracajuana passou por dois processos de derivação. Um de cunho natural, fruto da transformação de bancos arenosos coalescidos em uma planície de maré; e o segundo de

cunho antrópico, decorrente das duas fases de aterro e consequente alterações nos depósitos de origem natural, associadas a elevado grau de modificação da paisagem.

Referências Bibliográficas

- EMBRAPA. 2009. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 627p.
- EMURB – Empresa Municipal de Obras e Urbanização 1985. Relatório sobre a ação erosiva do mar na Coroa do meio.
- EMURB – Empresa Municipal de Obras e Urbanização 2014. (Aracaju). Imagem de Satélite. Resolução 0,60cm, Aracaju.
- FANNING D. J., FANNING M. C. B. 1989. Soil: morphology, genesis and classification. New York: John Wiley & Sons. 395p.
- FITZGERALD, D. M.; KRAUS, N. C.; HANDS, E. B. 2000. Natural Mechanisms of Sediment Bypassing at Tidal Inlets. Report ERCD/CHL CHETN-IV-30, US Army Corps of Engineers.
- HIDROSERVICE – Engenharia de Projetos LTDA. 1987. Relatórios do estudos de engenharia para proteção da praia da coroa do meio – Aracaju/SE.
- IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. 1965. Projeto de estudos da natureza e em modelo reduzido para manutenção do canal de acesso através da Barra de Aracaju. Conselho de Desenvolvimento de Sergipe. Universidade do Rio Grande do Sul.

- MACHADO, C. A. 2013. A Pesquisa de Depósitos Tecnogênicos no Brasil e No mundo. Revista Tocantinense de Geografia, 2:15-35.
- OLIVEIRA, A. M. S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia. 1:411-415.
- PELOGGIA, A. U. G. 1997. Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnôgeno do município de São Paulo (As consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, A. A.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. 2014. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. Quaternary and Environmental Geosciences, 05(1):28-40.
- PLANAVE. 1992. Evolução das Praias de Atalaia Nova, Atalaia Velha e da Barra do rio Sergipe – Modelo Matemático. Rio de Janeiro: Relatório.
- SEPLAG/SE – Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe 1971. (Aracaju). Foto aérea. Escala 1:18.000, Aracaju.
- SEPLAG/SE – Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe 1978. (Aracaju). Foto aérea. Escala 1:18.000, Aracaju.
- SEPLAG/SE – Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe 1986. (Aracaju). Foto aérea. Escala 1:25.000, Aracaju.
- SEPLAG/SE – Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe 2003. (Aracaju). Imagem de Satélite. Resolução 0,60cm, Aracaju.
- SEPLAG/SE – Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe 2004. (Aracaju). Ortofoto. Escala 1:10.000, Aracaju.
- SPU - Secretária de Patrimônio da União (Aracaju). Ortofoto. Escala 1:8.000, Aracaju.

Recebido 21 de junho de 2017
Aceito 03 de julho de 2018