

## **CARTA GEOMORFOLÓGICA DO LITORAL SUL – ZONA DE EXPANSÃO DE ARACAJU – SE**

Lílian de Lins Wanderley, UFS. lilianwanderley@uol.com.br  
Moacyr de Lins Wanderley, GEO Consultoria. geocon@terra.com.br

### **1 INTRODUÇÃO**

No ano 2000, em decorrência da necessidade de se licenciar empreendimentos imobiliários na Zona de Expansão de Aracaju, foi contratado pela Associação das Empresas da Indústria Imobiliária de Sergipe - ADEMI o Estudo de Impacto Ambiental dessa porção litorânea pouco estudada do Município de Aracaju, com 70 km<sup>2</sup> de área e caracterizada como uma tradicional área agrícola produtora de coco que progressivamente se urbaniza através de loteamentos e condomínios fechados nas antigas fazendas de coco, associados a bares e restaurantes que se expandem com a demanda turística litorânea.

A Zona de Expansão de Aracaju se alonga para o sul com uma fachada marítima leste de cerca de 20 quilômetros contados desde o seu limite com o Bairro Atalaia, ao norte, até o seu limite sul com a foz do rio Vaza Barris, após este rio receber o seu afluente, o rio Santa Maria, que flui de norte para o sul e compõe parte do limite sul dessa Zona e o seu limite oeste, que demarca os 7 quilômetros de largura máxima que possui essa Zona, possuidora de uma forma triangular de base estreita e altura ampla, e feito afunilado do norte para o sul.

Nos últimos 20 anos acelerou-se o processo de ocupação desta Zona, hoje cortada por rodovias asfaltadas e pistas de acesso, polarizando os setores de classe média e alta de Aracaju em busca da segunda-residência. Representa, contudo, a única porção territorial com capacidade para expandir a cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, em todos os segmentos e funções urbanas.

As investigações temáticas que respaldaram esse EIA/RIMA acham-se estreitamente associadas e se deram de forma integrada e sistêmica, como recomenda a Resolução CONAMA 001/86. Dunas, charcos e lagoas, formações vegetais protegidas e processos geomorfológicas influenciaram sobremaneira o Zoneamento Ecológico Econômico que identificou e delimitou zonas espaciais de gestão para o planejamento dessa porção urbana do Município de Aracaju.

### **2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.**

Dois produtos associados e de grande interação, um deles a **Carta da Cobertura Vegetal e Uso do Solo** e o outro a **Carta Geomorfológica**, resultaram da fotointerpretação de fotografias aéreas de escala 1:8 000 (PMA, 1993) utilizando-se de técnicas e instrumentos convencionais como estereoscópio de bolso, sendo em seguida georreferenciados com coordenadas UTM os overlays originais, que foram digitalizados em MicroStation e plotados em cores. Consultas a fotografias aéreas de períodos anteriores possibilitaram a análise dos processos geomorfológicos nos últimos 30 anos, complementada com investigações de campo.

No estudo das formações dunares, a **Carta da Linha de Preamar Média de 1831** (SPU, 1997) de 1:2.000 com curvas de nível equidistantes apenas 1 metro e elevado grau de detalhe quanto a elementos topográficos e planialtimétricos foi a informação principal,

além de ter sido a base da **Carta da Preservação e da Ocupação das Dunas Litorâneas**, em escala de 1:5.000, outro produto parcial desse estudo.

Importantes fontes de informações foram o **Estudo Ambiental do Meio Físico do Estuário do Rio Vaza Barris, Sergipe, Brasil** (TAKAHASHI e TRINDADE NETO, 1994), elaborado pela Petrobrás e a ADEMA para estudo do impacto das atividades petrolíferas neste estuário, e o **Mapa Geológico de Sergipe** (CODISE, 1998).

A Zona de Expansão de Aracaju acha-se decomposta em unidades geomorfológicas mapeadas e representadas na Carta Geomorfológica de escala de 1:30 000.

### **3 BASE GEOLÓGICA E GÊNESE DA ÁREA.**

A área de estudo caracteriza-se por sua homogeneidade sendo constituída por um extenso pacote de areias quartzosas com poucas variações granulométricas superficiais. Esta homogeneidade produz aquíferos alimentados pelas águas meteóricas e de alta permeabilidade e situa-se dentro da Bacia Sedimentar de Sergipe-Alagoas. Os fenômenos que lhe deram origem tem pouca relação com a evolução desta bacia, em si, relacionando-se aos eventos de caráter mais amplo que afetaram a costa leste sul – americana à partir do Terciário. Assim sendo, os sedimentos superficiais que afloram na região fazem parte do complexo quaternário depositado após a deposição do Grupo Barreiras, iniciada com a “Transgressão Mais Antiga”. De acordo com Bittencourt et al (1983) citado em CODISE/CPRM (1998), pode-se distinguir na evolução da área o Evento I. Nesta Transgressão Mais Antiga o mar invade as áreas onde haviam se depositado os sedimentos do Grupo Barreiras, esculpindo falésias e afogando os baixos cursos dos rios.

EVENTO II – com a regressão marinha subsequente formaram-se sedimentos de fácies leques aluviais coalescentes, predominantemente arenosos e mal consolidados, contendo desde argila até seixos, depositados nos sopés das falésias em clima semi-árido, com chuvas esparsas e violentas. O retrabalhamento destes sedimentos pelo vento formou dunas que cavalgaram as falésias superpondo-se aos planos topograficamente mais elevados dos sedimentos da Formação Barreiras. Estas feições não são observadas na Zona de Expansão mas são típicas do litoral norte de Sergipe. No Evento III, nova transgressão marinha (Penúltima Transgressão) invadiu as áreas formadas no evento anterior, erodindo os sedimentos de leques aluviais coalescentes e retrabalhando a antiga linha de falésias. Os baixos cursos dos rios são mais uma vez afogados transformado-se em estuários. Com a regressão subsequente à Penúltima Transgressão -Evento IV, formam-se os Terraços Marinheiros Pleistocênicos. Instala-se uma rede de drenagem na superfície destes terraços ao mesmo tempo que a ação dos ventos retrabalham os sedimentos depositados e formam dunas. Os Terraços Pleistocênicos estão no limite oeste da Zona de Expansão de Aracaju. Nova subida do nível do mar (5.100 anos A.P.) erode parcialmente os Terraços Pleistocênicos afogando mais uma vez a rede de drenagem e formando uma série de corpos lagunares.

EVENTO V - O último evento regressivo, ainda atuante, moldou a forma atual da costa. Formam-se os Terraços Holocênicos paralelos aos antigos terraços. As lagunas perdem a comunicação com o mar, sendo colmatadas e evoluindo para pântanos. Forma-se uma terceira geração de dunas, ainda parcialmente instáveis. Esta geração de dunas ocorre desde o sul de Aracaju, nas proximidades da foz do rio Poxim, até a foz do Vaza Barris, em processo ainda atuante graças à remobilização da areia suprida pela constante acresção de

sedimentos de praia. O rio/Canal Santa Maria, disposto paralelamente à costa, “divide” os Terraços Marinheiros Pleistocênicos dos Holocênicos, e provavelmente tem sua origem associada ao máximo da última transgressão.

Quanto aos Eventos Ainda Atuantes, a última regressão continua a atuar no processo constitutivo da costa atual, embora, eventualmente, transgressões localizadas, de curta duração possam atuar em sentido contrário.

#### 4 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS E ALTIMÉTRICAS

A área caracteriza-se como uma superfície extensa, consideravelmente plana, formada basicamente por cordões arenosos e dunas, sem desníveis topográficos acentuados e solo constituído por areias inconsolidadas, o que confere ao terreno elevada permeabilidade, própria das areias de praia.

Excetuando-se as dunas, pode-se dizer que o terreno varia altimetricamente entre as cotas de 4 e 9 metros acima do nível do mar, numa área com dimensões aproximadas de 20 quilômetros de comprimento por 1 a 7 quilômetros de largura e pouco propícia ao fluxo superficial. Os únicos desníveis topográficos notáveis são as dunas, que embora tenham boa representação na área, não exercem o papel de divisores de água. A principal linha de dunas ocorre de forma quase contínua ao longo da costa, com altitude mais frequentes de 6-7 metros mas atingindo até 15-24 metros nos conjuntos dunares mapeados na **Carta da Ocupação e da Preservação das Dunas Litorâneas**, e muito próxima da linha de praia, de certa forma fechando o acesso das lagoas interiores ao mar. Estas características topográficas e a constituição arenosa do solo, extremamente permeável, condicionam uma drenagem basicamente feita pela infiltração das águas pluviais no solo e pela evaporação direta da água através de uma série de lagoas e baixios sazonalmente inundáveis, onde o lençol freático aflora. Embora parte desta água seja conduzida para o Canal e o Rio Santa Maria, através de infiltração, a maior parte é drenada através do lençol freático para as lagoas e baixios e evaporada através dos espelhos d'água, de acordo com o ciclo das estações.

#### 5 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS MAPEADAS

As **Formações Praiais** iniciam-se no extremo norte da área, contornando toda a orla oceânica até a extremidade sul, já na margem esquerda da foz do rio Vaza Barris. Apresenta largura entre 40 e 100 metros, aumentando progressivamente de largura próximo da desembocadura deste rio, engordada pela acumulação de areias inconsolidadas trazidas pelas ondas e correntes de deriva litorânea, sem que se despreze a contribuição eólica na deposição de sedimentos transportados da zona intertidal por ocasião da maré baixa. Possui altitudes máximas de 4.5 metros acima do nível do mar. A Formação Intertidal se estende entre o nível normal da maré baixa e o da efetiva ação das ondas na maré alta, variando entre 60 e 90 metros, servindo de limite externo às Formações Praiais.

**Terraços Marinheiros e Cordões Litorâneos-** Regionalmente, toda a área em estudo é ocupada por cordões arenosos de origem marinha que constituem os Terraços Marinheiros Holocênicos – **QHt**, conforme mapeado na Carta Geológica de Sergipe (CODISE, 1998) dispostos paralelamente à costa atual, onde se intercalam cristas e depressões alinhadas. Ocupam ampla superfície, formando extensos depósitos de areia que predominam sobre os cársticos mais finos dispostos numa típica sucessão de cordões litorâneos (beach ridges) associados a depressões intermediárias localizadas entre um e outro (swales), dispendo-se

geralmente em forma de feixe, chamando a atenção pela uniformidade e paralelismo. Em decorrência das chuvas abundantes que caem no outono-inverno, típicas do regime pluviométrico de Aracaju, as depressões entre os cordões litorâneos formam lagoas, enquanto no verão dão lugar a brejos, áreas inundáveis ou baixios em processo de colmatagem, embora somente algumas consigam segurar água durante o verão. A altitude dessa unidade geomorfológica é variada, havendo locais entre a Rodovia Ayrton Sena/José Sarney e a Rodovia dos Náufragos com 4 a 6 metros acima do nível do mar nas cristas, enquanto outros descem a 2 e 3 metros, e nas depressões (swales) chegam até menos de 2,0 metros. **Terraços Marinheiros Pleistocênicos – Qpa** -Estes sedimentos são formados por areias e apresentam pequena expressão espacial, situam-se recuados para oeste, fora dos espaços mais valorizados da Zona de Expansão.

**Planície Flúviomarinha** – é importante pelo grau de preservação dos manguezais e por sua posição na Zona de Expansão, precisamente na sua borda interna, em posição relativamente a salvo do processo de ocupação, e servindo de refúgio da vida silvestre. Geologicamente estão caracterizados como **QHp**, formados de sedimentos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica e elevado teor de sais proveniente das águas marinhas que se lhe interpenetram na maré alta. Nas margens do Vaza Barris ou localizada na embocadura do rio Santa Maria, essa Planície situa-se entre Terraços Marinheiros Holocênicos (QHt. Observa-se que essa unidade também se forma isoladamente no canal de maré dos rios, tomando a forma de ilha recoberta de manguezais, como é o caso da Ilha de Caramindó, no rio Santa Maria.

**Apicum e Planície de Maré**-encontram-se associadas entre si e à Planície Flúviomarinha. São sedimentos siltico argilosos, com alto conteúdo de matéria orgânica onde viceja o complexo de manguezais. Aparece o Apicum como núcleo central da planície de maré, ou na borda dos canais onde a maré atua menos intensamente, com menor capacidade de deposição de lama e sais e em níveis topográficos um pouco mais elevados. Frequentemente aparece colonizado por manguezais mas possui características particulares, como menor porte das árvores e praticamente uma espécie, que é o *Conocarpus*. Quando mais arenoso associa esta espécie a *Ramirea maritima*, rasteira colonizadora de areias litorâneas.

A **Planície de Maré** forma-se, tal como a Planície Flúviomarinha, pela deposição de sedimentos finos por ocasião das marés, em locais abrigados do embate das ondas, assumindo por isso posição interna nas planícies litorâneas. Sua diferenciação da Planície Flúviomarinha reside na idade dos seus processos de formação, que neste caso é mais recente, não se achando ainda colonizado por manguezais e tendo uma cobertura de lama menos espessa. Seus níveis topográficos são mais deprimidos, encontrando-se normalmente imersos durante a maré alta.

**Barras Fluviais e Acumulações Arenosas de Origem Fluvial** - associadas principalmente ao rio Santa Maria, emergindo apenas na maré baixa ou já estabilizada, com forma bem delineada, como mostram as fotografias aéreas. As Barras Fluviais diferenciam-se das Acumulações Arenosas neste EIA/RIMA por estarem estas localizadas em pontos mais internos do estuário, enquanto as Barras Fluviais aparecem mais próximas da embocadura. Ambas refletem a dinâmica fluvial de erosão-deposição, transportando o rio sua carga arenosa retirada das margens no baixo curso ou mesmo em locais mais interiores, depositando-a ao perder velocidade nos trechos mais inferiores da embocadura.

**Terrenos Estacionalmente Encharcados, Tanques e Lagoas** – são próprios da Zona de Expansão, pela formação histórico-geológica baseada nos cordões litorâneos holocênicos, que entre uma crista e outra formam depressões preenchidas por águas emergentes do freático ou acumuladas no período chuvoso. A constituição arenosa desses terrenos e sua mínima declividade tornam essa Zona uma plataforma de areia bastante homogênea em sua capacidade de absorção, fazendo com que se formem charcos alongados acompanhando o feitio dos cordões. São descontínuos e paralelos à costa, tendo sofrido aterramento nos níveis mais altos e, portanto, mais secos, com o fim de dar suporte a acessos viários, que é o caso mais comum, e também a construções residenciais, mais raramente. Conforme o caso, essas unidades têm sua preservação obrigatória para o futuro da drenagem dessa Zona, como canais não aterráveis e não edificáveis. A diferença está no grau de suportabilidade dos terrenos, sob condições locais que variam de pequenos níveis altimétricos que os deixam mais ou menos livres da ação do freático, ou devido à composição mineralógica dos seus sedimentos formadores, variando a sua capacidade de suporte geotécnico. Os Tanques são alterados pela ação humana, em geral retilinizados e escavada, mantendo as lagoas seus contornos e margens naturais originais. Permanecem cheias de água durante quase todo o ano e algumas tiveram a função de viveiros para criação de peixes, poucas assim permanecendo, enquanto outras ganharam função paisagística em alguns loteamento e condomínios, mantendo-se preservadas.

**Planície de Restinga** - esta unidade geomorfológica é bem particular à área de estudo, representando uma superfície de maior interesse para a ocupação e a preservação da Zona de Expansão. Localizada na extremidade sul, destaca no seu processo de formação: faixas arenosas depositadas paralelamente à praia como cordões litorâneos, originadas do barramento dos sedimentos transportados pelas correntes de deriva litorânea, já tratadas em Formações Praiais; pontos de apoio para a acumulação, que no caso específico constituiu-se de uma pequena ilha batizada de Ilha do Paraíso, surgida nas proximidades da foz do rio Vaza Barris há cerca de 15 anos. A evolução da acumulação em torno desse ponto terminou por soldá-lo ao continente, evoluindo para a formação de um esporão desenvolvido na direção sul, que tende a empurrar o canal fluvial para o sul, consolidando as formas em processo. Este processo ampliou a extremidade em cerca de 1.800 metros contados a partir do ponto onde existia a ilha há 10 anos. Cordões arenosos e planícies de maré formam o assoalho desses terrenos, onde se associam areias, sedimentos areno-siltosos e lama. Sinais da colonização por vegetação aparecem nas raras gramíneas surgidas em tufo pequenos e isolados.

**Dunas e Conjuntos Dunares Protegidos** – duas gerações de dunas aparecem na área de estudo, sendo uma geologicamente mais antiga, recuada e situada normalmente entre o Canal de Santa Maria e a Rodovia dos Náufragos e outra entre esta e a linha da costa, da qual chega a se afastar 900 metros na extremidade sul, antes da foz do Vaza Barris, mas no restante se afasta do mar 30 a 100 metros. Chegam normalmente a 6-7 metros, ocorrendo em cerca de 70% da Zona de Expansão, distinguindo-se três conjuntos dunares que o EIA/RIMA concluiu pela sua preservação, com altitudes que vão de 14 a 25 metros.

**Processos Morfogenéticos Atuantes e Características Dinâmicas do Relevo** - Domina na Zona de Expansão a atuação de processos construtivos sobre processos erosivos. A formação de bancos e o assoreamento dos canais fluviais é um processo observado no rio Santa Maria e no rio Vaza Barris, levando a Sergiportos a elaborar projeto

de dragagem para retomar as condições de navegabilidade e limpar o sistema central do fluxo, evitando com isso a erosão das margens, que é uma consequência natural do próprio sistema, a fim de viabilizar a passagem da água na busca por sua desembocadura. Na faixa confrontante com o mar, os processos eólicos vêm construindo algumas dunas entre a pista da Rodovia Ayrton Sena/José Sarney e a Zona Intertidal através do transporte de areias dessa Zona para as formações praias. Assumindo o feitiço de dunas, esses depósitos guardam mobilidade e pouca resistência ao solapamento e à retirada de areia e é comum migrar para a pista de asfalto, já que grande parte da sua superfície ainda não foi colonizada pela vegetação. Embora sem altura nem porte horizontal marcante, essas dunas merecem medidas de preservação, pelo valor paisagístico para a harmonia da paisagem e o desenvolvimento do turismo. Sua estabilidade facilitará a segurança de motoristas, evitando a invasão da pista de rolamento por sedimentos desagregados.

A progradação da linha de praia é propiciada pela acresção da costa, graças à deriva de sentido nordeste-sudoeste que promove a chegada de sedimentos arenosos acrescidos à linha de costa. Parcialmente remobilizados pelo vento, essas areias somam-se às dunas mais próximas da linha de costa, migrando gradativamente em direção ao continente, mas logo fixadas pelo crescimento de vegetação.

No limite sul da Zona de Expansão, onde se encontra o rio Vaza Barris, a dinâmica da deriva norte – sul tem promovido o crescimento continuado do esporão da margem direita da foz do Vaza Barris, conforme demonstram fotografias aéreas atuais e anteriores, pelo aporte continuado dos sedimentos transportados de norte para sul pela deriva oceânica aos quais somam-se as areias trazidas pelas correntes de marés vazantes que, ao encontrarem as águas de maré enchente, no oceano, depositam sua carga de sedimentos pelo “efeito de molhe”. Configurando esse processo, observa-se também a migração do canal do rio em direção ao sul e à margem direita, culminando às vezes com a erosão nos ganchos consolidados.

Como consequência do “efeito de molhe”, destaca-se a incorporação de uma pequena ilha formada pela precipitação de sedimentos arenosos na embocadura do rio – Ilha do Paraíso – surgida próxima à margem esquerda da foz do Vaza Barris, que foi soldada ao continente por cordões arenosos em pouco mais de 10 anos, por processos vinculados ao da gênese de uma planície de restinga. No interior desta formação, protegida da ação das ondas oceânicas de alta energia, forma-se uma área de baixa energia onde passam a florescer complexos de mangues e apicuns.

Em termos conclusivos, a Zona de Expressão se configura como uma costa de acresção (prograded coast) em processo ainda atuante. Se considerarmos a linha da costa de 1831, cartografada e utilizada como base para a delimitação dos “terrenos de marinha”, foram acrescidas 320 metros de terras continentais a partir desta data, na região estudada, o que significa recuo médio de 18,9 metros a cada 10 anos, da linha de praia em direção ao oceano. A estabilidade atual é demonstrada pelo crescimento da vegetação ao longo da linha de praia e das antigas falésias de duna, um claro indicador da estabilidade do retorno à acresçam de sedimentos ao continente

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A porção da área a ser ocupada por empreendimentos imobiliários é de natureza arenosa, e não apresenta problemas de natureza geotécnica para implantação de projetos de

urbanização. As áreas de ocorrência de dunas móveis, ao longo da linha da praia, bem como as áreas de ocorrência de argilas orgânicas moles, manguezais, são legalmente protegidas, eliminando assim a possibilidade de impacto ambiental, bem como baixo desempenho de obras de engenharia.

Maior atenção deve ser dada aos aspectos de drenagem superficial uma vez que as superfícies planas, predominantes na área em estudo, apresentam lençol freático superficial, merecendo obras específicas que aproveitem os atuais canais naturais.

Estas medidas acham-se recomendadas no Programa de Solucionamento da Drenagem e do Monitoramento dos Canais apresentados neste EIA/RIMA.

#### **REFERÊNCIAS**

ADEMI/GEO Consultoria. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do Litoral Sul-Zona de Expansão de Aracaju. Aracaju, 2000.

CODISE/CPRM. **Mapa Geológico de Sergipe**. Governo do Estado, Aracaju, 1998.

SPU-Secretaria do Patrimônio da União. **Carta da Preamar Média de 1831**. Aracaju, 1997.

TAKAHASHI, I. T. TRINDADE NETO, ISMAEL. **Estudo Ambiental do Meio Físico do Estuário do Rio Vaza Barris , Sergipe, Brasil**. .Petrobrás/ ADEMA. Aracaju, 1994.

WANDERLEY, Lílian de Lins. **Litoral Sul de Sergipe: uma proposta de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável**. Tese de Doutorado defendida na UNESP/Rio Claro-SP, 1998.