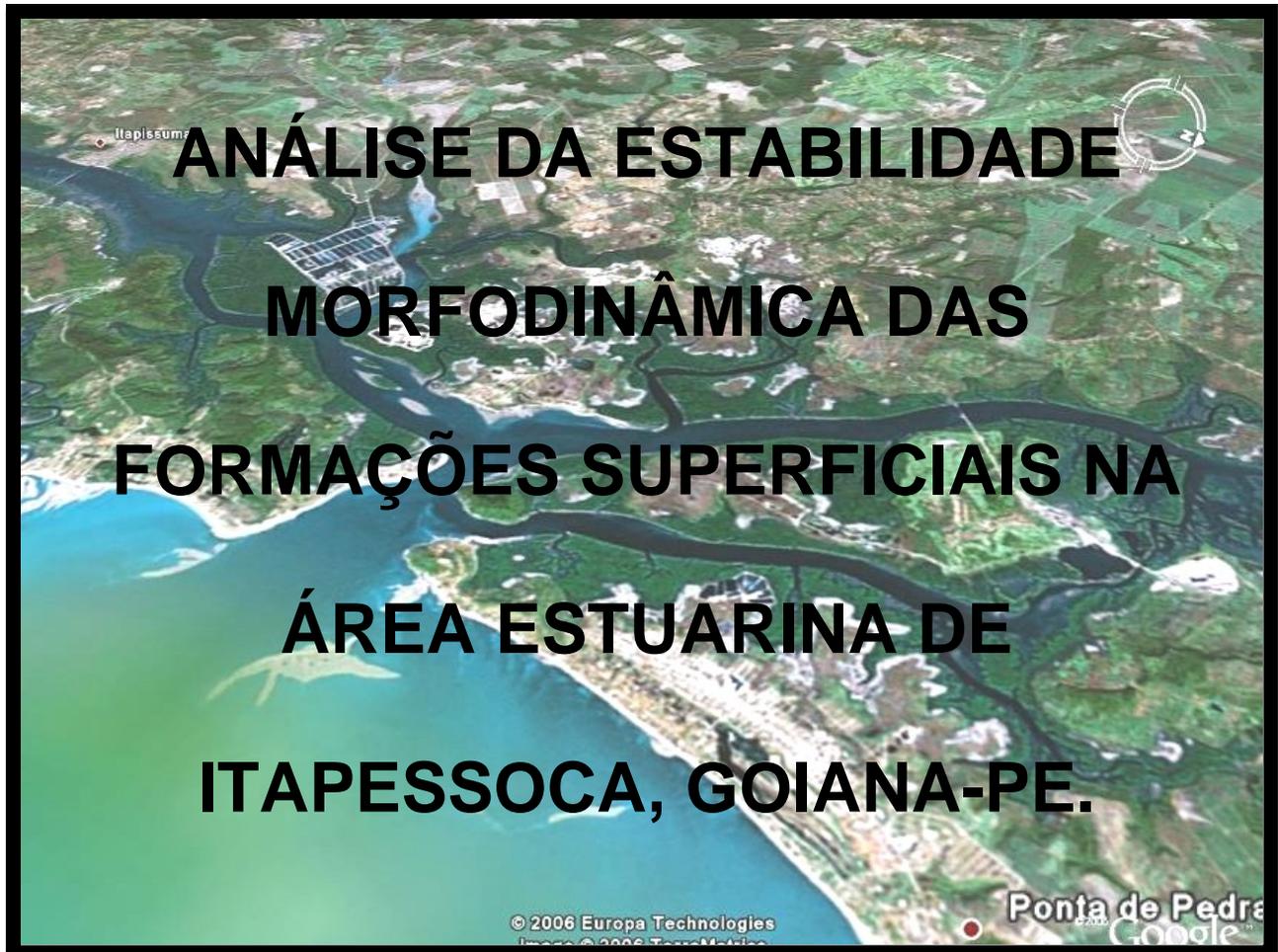


UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE.

CRISTIANO APRIGIO DOS SANTOS.



RECIFE

2007

CRISTIANO APRIGIO DOS SANTOS

**ANÁLISE DA ESTABILIDADE MORFODINÂMICA DAS FORMAÇÕES
SUPERFICIAIS NA ÁREA ESTUARINA DE ITAPESSOCA, GOIANA-PE.**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO
REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM GEOGRAFIA PELA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE, CENTRO
DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS,
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS -
DCG, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA – PPGeo, NA ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM ANÁLISE REGIONAL,
LINHA DE PESQUISA: ECOSSISTEMAS E
IMPACTOS AMBIENTAIS.**

ORIENTADOR:

PROFESSOR DOUTOR ANTÔNIO CARLOS DE BARROS CORRÊA.

RECIFE

2007

Santos, Cristiano Aprígio dos

Análise da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais na área estuarina de Itapessoca Goiana- PE. – Recife: O Autor, 2007.

109 folhas : il., fig., gráf., fotos, quadros.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia. Recife, 2007.

Inclui: bibliografia e anexos

1. Geografia física – Ecossistemas – Impactos Ambientais. 2. Morfodinâmica. 3. Análise - Estabilidade - Estuário. 4. Pernambuco Litoral Norte – Goiana – Rio Itapessoca. I. Título.

**504
577**

**CDU (2.
ed.)
CDD (22. ed.)**

**UFPE
BCFCH2007/46**

CRISTIANO APRIGIO DOS SANTOS

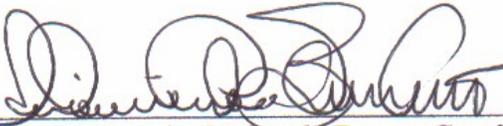
ANÁLISE DA ESTABILIDADE MORFODINÂMICA DAS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS NA ÁREA ESTUARINA DE ITAPESSOCA, GOIANA-PE.

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Ciências Geográficas - DCG, Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGeo, na área de concentração de Análise Regional, linha de pesquisa: Ecossistemas e Impactos Ambientais.

Data de aprovação: 18/05/2007

TITULARES:

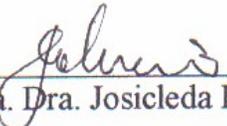
Orientador: _____


Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa (UFPE)

1º. Examinador: _____


Prof. Dr. Archimedes Perez Filho (UNICAMP)

2º. Examinador: _____


Profa. Dra. Josicleida Domiciano Galvâncio (UFPE)

DEDICATÓRIA

A minha família, meus filhos Nathalia e Emmanuel, minha esposa Andréa, pela dedicação, amor, carinho e estímulo que me oferecem, dedico-lhes essa conquista como gratidão.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, inteligência suprema e universal, causa de todas as coisas;

Agradeço a ajuda prestimosa de meu orientador, Antônio Carlos, pela paciência e respeito com que sempre me acolheu;

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pela bolsa de estudos;

Aos meus professores que sempre souberam me encaminhar nos estudos;

Agradeço a meus colegas pelo apoio e estímulo;

E ainda a todos os meus alunos pela inspiração e vontade de aprender.

RESUMO

O presente trabalho trata de um estudo em escala de detalhe de impactos gerados pelas modalidades de uso e ocupação do solo sobre os sistemas geomorfológicos de uma área estuarina. Teve como objetivos principais identificar e mapear áreas impactadas no estuário do rio Itapessoca, Goiana - PE. A referência teórica adotada na realização deste foi a abordagem Ecodinâmica, compreendida como uma perspectiva integradora, geradora de índices de fragilidade ambiental, representada através do sistema geográfico e mapeada em escala de detalhe. A pesquisa foi dividida em duas etapas: a primeira exploratória, e uma segunda voltada para a coleta de dados e observações. Para as análises foram adotados os parâmetros: estrutura superficial da paisagem, uso do solo, vegetação e processos superficiais. Foram determinadas 03 (três) áreas para realização do mapeamento pelas coordenadas em Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM): (0291055/9149958 e 0291076/9149839) área foco 01; (0297922/9152049 e 029708/9151984) para a 02; ainda (209760/9152069 e 0297730/ 9151971) da terceira. As informações foram sintetizadas em quatro níveis, a saber: 01 – estabilidade, 02 – instabilidade atenuada, 03 – instabilidade moderada e 04 – instabilidade acentuada. Foi diagnosticada de fato uma quebra na estabilidade morfodinâmica nessas áreas selecionadas, que se faz reconhecida na correlação entre os fatores desestabilizadores. Atribuiu-se à atual dinamização das unidades geossistêmicas enunciadas como “áreas focos”, à ocorrência de instabilidade nas formações superficiais, que se encontra expressada na dinâmica física de retomada de equilíbrio dos sistemas observados, como função derivada da pressão antrópica existente no local.

Palavras-chave: estabilidade - morfodinâmica – estuário – litoral norte de Pernambuco.

ABSTRACT

The following work comprises a detailed scale study of impacts generated by land-use practices on the geomorphological systems of an estuarine area. The main goals were the identification and mapping of impacted areas in the estuary of the Itapessoca river, Municipality of Goiana, State of Pernambuco, Northeastern Brazil. The adopted theoretical framework in the pursuit of the research was “ecodynamics”. This approach was taken as an integrating perspective, which permits the construction of environmental fragility indexes, represented as geographical systems and subject to detailed mapping. The research was split into two phases: the exploratory one, and the data gathering, observational phase. The analyses were constrained by the following parameters: superficial structure of the landscape, land use, vegetation cover and surface processes. Three focus areas were chosen for the mapping and limited by the given UTM coordinates (0291055/9149958 and 0291076/9149839), focus area 1; (0297922/9152049 and 029708/9151984) focus area 2; and (209760/9152069 and 0297730/ 9151971) for the third focus area. Information was synthesized in four aggregating levels, per se: 1 (stability); 2 (attenuated instability); 3 (moderate instability); 4 (strong instability). A true rupture of the morphodynamics was identified in all studied areas, by the correlation of stabilizing factors. The current dynamics of the geo-systems, treated like focus areas, was regarded as a consequence of the instability of surface covers, which is expressed in the physical dynamics of the areas as a consequence of human induced practices.

Keywords: stability - morphodynamics – estuary – north coast of Pernambuco

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
Referencial Teórico	16
Materiais e Métodos	23
01 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	30
02 UNIDADES GEOSISTÊMICAS E FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA ESTUARIANA DE ITAPESSOCA	49
2.1 Identificação das Unidades Sistêmicas e Áreas Focos	49
2.2 Resultado da Aplicação do Modelo de Fragilidade Ambiental	68
03 MAPEAMENTO MORFODINÂMICO DE DETALHE	71
3.1 Mapeamento (01)	73
3.2 Mapeamento (02)	82
3.3 Mapeamento (03)	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Matriz Ecodinâmica.....	25
Quadro 02: Parâmetros Praiais.....	58
Quadro 03: Fragilidade Ambiental na Área Estuarina de Itapessoca.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da área de estudo, fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2006.....	31
Figura 02: Modelo digital do Terreno, (Variação altimétrica em metros, 1: 25.000 com eqüidistância de 10 metros entre as curvas, carta base SUDENE 1972).....	32
Figura 03: Localização da Bacia Paraíba e sub-bacia Olinda, fonte: BARBOSA, et al. 2003.....	33
Figura 04: Perfil estratigráfico das Sub-bacias Olinda e Miriri, fonte: BARBOSA, 2003.....	35
Figura 05: Perfil estratigráfico das Sub-bacias Olinda e Miriri, fonte: BARBOSA, 2003.....	37

Figura 06: Esquema representativo das paleo-linhas de praias na Bacia da Paraíba. Fonte: BARBOSA, 2003.....	38
Figura 07: Esquema representativo da evolução da Planície Costeira para o nordeste brasileiro segundo SUGUIO (2001).....	39
Figura 08: Climograma de Goiana, posto da usina Matari, (com localização geográfica de: 7° 40' S e 35° 8' W, e 80 m de altitude), monitorado de 1911-1990, fonte dos dados: Universidade Federal de Campina Grande, centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade acadêmica de Ciências Atmosféricas. Home page: www.dca.ufcg.edu.br , 2006.....	44
Figura 09: Representação sistêmica da problemática e causas da quebra da estabilidade morfodiâmica na área estuarina de Itapessoca.....	46
Figura 10: Representação sistêmica da problemática e efeitos da quebra da estabilidade morfodiâmica na área estuarina de Itapessoca.....	47
Figura 11: Resultado do monitoramento dos pinos de erosão para o mês de Maio.	61
Figura 12: Resultados para o mês de Junho.....	62
Figura 13: Valores de Julho.....	63
Figura 14: Valores resultantes do mês de Agosto.....	63
Figura 15: Resultados de Setembro.....	64
Figura 16: Valores derivados de Outubro.....	65

Figura 17: Representação gráfica do resultado para o índice de fragilidade ambiental segundo SPÖRL & ROSS (2004).....	67
Figura 18: Representação altimétrica da área foco 01.....	74
Figura 19: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 01.....	74
Figura 20: Isovalores derivados da estrutura da paisagem, área 01, o índice com valor 02 revela uma predominância de instabilidade tenuada.....	75
Figura 21: Isovalores produzidos a partir da dinâmica superficial, área 01, a variação do índice indica instabilidade tenuada.....	76
Figura 22: Isovalores produzidos a partir da cobertura vegetal, área 01, com a estabilidade rompida toma presença à instabilidade.....	77
Figura 23: Isovalores produzidos a partir do uso e ocupação do solo, área 01, também indica ocorrência de instabilidade.....	78
Figura 24: Somatório dos isovalores representativos dos parâmetros morfodinâmicos da área foco 01, todos os valores estão presentes, porém a ocorrência de instabilidade predomina com a confirmação do grau atenuado.....	79
Figura 25: Representação altimétrica da área foco 02.....	83
Figura 26: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 02.....	83

Figura 27: Isovalores derivados da estrutura da paisagem, área 02, a quebra da estabilidade é revelada com o registro de variação do índice 01 que aumenta para o valor 02..... 85

Figura 28: Isovalores derivados da dinâmica superficial, área 02, correspondendo à instabilidade atenuada..... 86

Figura 29: Isovalores derivados da cobertura vegetal, área 02, a estabilidade foi quebrada e toma domínio a instabilidade..... 97

Figura 30: Isovalores derivados do uso e ocupação, área 02, morfodinamicamente apresenta condicionamento instável..... 88

Figura 31: Somatório dos isovalores representativos dos parâmetros morfodinâmicos da área foco 02, os valores variam entre os níveis dos parâmetros demonstrando quebra na estabilidade..... 90

Figura 32: Representação altimétrica da área foco 03..... 93

Figura 33: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 03..... 94

Figura 34: Isovalores derivados da estrutura da paisagem, área 03, apresenta variações de valores que indicam instabilidade atenuada e moderada.....95

Figura 35: Isovalores derivados da dinâmica superficial, área 03, com a quebra da estabilidade na dinâmica geomorfológica verifica-se a ocorrência de instabilidade nos graus atenuado e moderado..... 96

Figura 36: Isovalores derivados da cobertura vegetal, área 03, sem fitoestasia a instabilidade torna-se presente..... 97

Figura 37: Isovalores derivados do uso e ocupação do solo, área 03, decorrente das modalidades e pressão sofrida é atenuada e moderada a instabilidade morfodinâmica..... 98

Figura 38: Somatório dos isovalores representativos dos parâmetros morfodinâmicos da área foco 03 confirma o predomínio da instabilidade nos graus atenuado e moderado..... 99

LISTA DE FOTOS

Foto 01: Aspecto do contato entre as Formações Maria Farinha, no topo e Gramame, na base, no afloramento em Barra de Catuama, Ponta do Funil..... 36

Foto 02: Visualização do contato entre as formações Maria Farinha, parte superior e Gramame, parte inferior, afloramento em Barra de Catuama, Ponta do Funil..... 37

Foto 03: Afloramento da formação Maria Farinha, Barra de Catuama, Ponta do Funil, equipe de apoio: Bruno Ferreira, Daniel Rodrigues e Dayse Timóteo, 2006..... 41

Foto 04: Aspecto do Manguezal e canal de maré em Atapuz, 2006.....	43
Foto 05: Área foco 01, remobilização da cobertura arenosa, quartizarênica, nas proximidades de Atapuz (Coordenadas UTM 0291055 / 9149958). Altitude 3 Metros, 2006.....	50
Foto 06: Área foco 02, intemperismo da Formação Maria Farinha, a camada superior não apresenta descontinuidade erosiva, a parte inferior encontra-se escura devido à concentração de restos de matéria orgânica, que no processo de podzolização foram transportados do horizonte A (Coordenadas UTM 0291254 /9150032) Altitude 20 Metros, 2006.....	52
Foto 07: Área foco 03, processo de sedimentação em antiga área de manguezal (Coordenadas UTM 0292548 / 9148804), 2006.....	53
Foto 08: Área foco 04, transformação dos terraços do rio Arataca pela instalação de tanques para nova fazenda de camarão (Coordenadas UTM 0290582 /9159424) Altitude 13 Metros, 2006.....	54
Foto 09: Área foco 05, remobilização da cobertura arenosa próximo a cabeceiras de drenagem nos Tabuleiros Costeiros em Tejucofapo, Goiana – PE (Coordenadas UTM 0291985/ 9159668) Altitude 22 m, 2006.....	55
Foto 10: Área foco 06, Barra de Catuama, avanço do mar em decorrência da mudança na geometria do estuário a partir da colmatação e barramento dos canais de maré (Coordenadas UTM 0297224 /9150660) Altitude 02 Metros, 2006.....	57

Foto 11: Área foco 07, Avanço da frente de expansão urbana sobre a área de morros em Barra de Catuama. Observa-se no corte o intemperismo na formação Maria Farinha caracterizada pelo horizonte B argiloso (Coordenadas UTM 0297410/ 9150858) Altitude 07 Metros, 2006..... 59

Foto 12: Área foco 08, encosta do morro do Funil em Barra de Catuama, destaca-se a degradação da cobertura vegetal, que potencializa a erosão linear através de sulcos e ravinas (Coordenadas UTM 029708/ 9151984) Altitude 20 Metros, 2006..... 60

Foto 13: Área foco 09, encosta e manguezal em Barra de Catuama, destacam-se a degradação da cobertura vegetal, e intenso processo de sedimentação com o material proveniente das formações superficiais (Coordenadas UTM 0297660/ 9152069) Altitude 7 Metros, 2006..... 67

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Morfodinâmica da área 01, campo de dunas..... 81

Mapa 02: Morfodinâmica da área 08, encosta de tabuleiro em Barra de Catuama.. 91

Mapa 03: Morfodinâmica da área 09, encosta de tabuleiro e trecho de manguezal em Barra de Catuama..... 102

INTRODUÇÃO

REFERÊNCIAL TEÓRICO

Os estudos Geomorfológicos possuem uma forte relação com as temáticas pertinentes e aos problemas desencadeados a partir de impactos ambientais, principalmente quando focados sobre os processos e formações superficiais vigentes. Estas acabam revelando fortes interações resultantes do estado de conservação da cobertura vegetal, intensidade e modalidades de uso e ocupação do solo. Tais estudos requerem abordagens mais profundas e organizadas.

Numa abordagem espacial a morfodinâmica da paisagem assume importante relevância na medida em que é sobre esta que ocorre o assentamento antrópico, que além de dependente dos recursos naturais disponíveis, ainda sofre os efeitos dos eventos produzidos pela instabilidade e fragilidade do sistema ambiental.

A abrangência desses conhecimentos sistematizados serve sobremaneira à ordenação do uso e ocupação do solo, oferecendo subsídios para um eficiente planejamento territorial. É assim que na presente abordagem as teorias geomorfológicas e a análise de sua dinâmica servem como geradoras de subsídios para a análise ambiental.

O presente trabalho trata de um estudo em escala de detalhe de impactos sobre os sistemas geomorfológicos, bem como da degradação gerada pelas modalidades de uso e ocupação do solo. A pesquisa teve como objetivos identificar e mapear áreas impactadas no estuário do rio Itapessoca, Goiana - PE.

A referência teórica adotada na realização deste trabalho foi a da abordagem ecodinâmica, compreendida como uma perspectiva integradora, geradora de índices de fragilidade ambiental, representada através do sistema geográfico e mapeada em escala de detalhe.

Desse referencial adotado cabe destacar que, numa abordagem integrada TRICART (1968) discute as relações entre a morfogênese e a pedogênese. Esse trabalho interdisciplinar teria como necessidade associar os conteúdos pedológicos com os geomorfológicos, haveria assim uma dependência entre os conteúdos e processos estudados por estas áreas específicas, e a morfodinâmica seria o elo integrador visto que os solos não necessariamente são resultantes diretos do substrato geológico local, mas um intermédio que sofreu alterações em função da dinâmica geomorfológica. Essa referência serve aqui de base para a contextualização da presente pesquisa que almeja seguir então o caráter contemporâneo da geomorfologia dinâmica e climática, no qual ocorre ainda segundo Tricart uma interação com a Pedologia.

Segundo TRICART (op. cit.) essa interação pode ser exemplificada através dos contextos existentes em duas áreas singulares. A primeira na visualização de uma vertente, nesta o conjunto de fenômenos mais rotineiros revela que, em um sítio geomorfológico submetido à ablação e ao transporte, a pedogênese está sob a dependência estreita da morfodinâmica, sendo possível considerar um balanço entre morfogênese-pedogênese. A ocorrência dos solos é resultado dessa interação e muda de sentido conforme muda o lugar da observação e as circunstâncias ambientais da toposequência. Segundo, nas áreas de acumulação, os materiais que entram no fluxo do sistema geomorfológico são abandonados a uma distância maior

ou menor, a acumulação apresenta ritmo permanente, ou não, dependendo também das condições dessa integração pedo-geomorfológica.

É na busca de reforço nesta possibilidade integradora na geografia física que se encontrou no trabalho de BERTRAND (1971), uma sugestão tendo o conceito de paisagem como suporte metodológico. Este deveria, quando abordado, ser entendido como o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, estando as noções de resistasia e bioestasia, ERHART (1956), como condições integradoras, onde a eficaz presença da cobertura vegetal é reguladora desta dinâmica. Como síntese da paisagem essa é a primeira referência que traz a noção dos geossistemas, aqui adotados como unidades base para a realização da presente abordagem espacial. Neste artigo de Bertrand são apresentadas as referências dos geofacies, em condições de homogeneidade e geótopos categorizados quanto às possibilidades de interação.

Na regulação do comportamento dos sistemas e subsistemas estudados se recorreu à noção de equilíbrio, apresentada em CHRISTOFOLETTI (1980), dinâmico, que segue a capacidade de readaptação das diferentes propriedades inerentes aos também diferentes casos. Assim a dinâmica sistêmica segue conforme CHRISTOFOLETTI (op. cit).

“(...) uma organização (sistema) composta por elementos diversos e diferentes, funcionando através de fluxos de energia e matéria, levando-se em consideração a intervenção antrópica e que este equilíbrio é dinâmico e variável ao longo do tempo.”

Ainda em sua abordagem CHRISTOFOLETTI (op. cit.), versando sobre a estruturação e dinâmica dos sistemas geomorfológicos considera que os elementos e fatores no espaço geográfico interagem produzindo condições específicas que são materializadas, cristalizadas, no geossistema. Esta referência reforça as idéias anteriores de necessidade de integração de conteúdos.

A noção geossistêmica, por sua vez, representa a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza, possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representando uma organização (sistema) composta por elementos diversos e diferentes, funcionando através de fluxos de energia e matéria CHRISTOFOLETTI (op. cit.). Na análise dos resultantes considera-se a pressão e intervenção antrópica que por sua vez acaba interferindo na condição do equilíbrio dinâmico, produzindo respostas variáveis ao longo do tempo onde proporciona novas e diferentes configurações dos sistemas e conseqüentemente de seus subsistemas.

O geossistema tão quanto à noção de ecossistema encontra-se referendado no desdobramento da Teoria Geral dos Sistemas proposta em 1901 por Ludwig Von Bertalanffy, no entanto difere deste na medida em que na análise de geografia física este é possuidor da dimensão espacial. Para SOTCHAVA (1977) essa organização geográfica própria e dinâmica é o diferencial desta unidade de análise.

O estudo dos geossistemas deveria ser estabelecido a partir dos geómeros e geócoros constituintes dessa possibilidade integradora dos fatores condicionantes e elementos componentes da paisagem. Formam, assim, uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Ainda este pesquisador chama atenção para a importância da realização do mapeamento dessa realidade. Nesta aplicação, correlações, interrelações e prognoses aproximam

o estudo da descoberta de índices espaciais que se coadunam com a quantificação e modelagem dos sistemas.

No comportamento do equilíbrio sistêmico, dinâmico, a morfodinâmica apresentada em TRICART (1977) é considerada como a mais importante dinâmica da superfície terrestre. Esta seria controlada pela fitoestasia em ampliação às idéias de Erhart (op. cit.) de biorresistasia. Os processos desencadeados na morfodinâmica estão vinculados à instabilidade ocorrentes no meio ambiente, assim poderiam ser adotadas três condições para a identificação de ambientes: os instáveis (onde a morfogênese supera a pedogênese), *intergrades* (de transição) e estáveis (com o predomínio da pedogênese).

Assim como SOTCHAVA (op. cit.), Tricart (1977) sugere a realização de mapeamento que no caso seria designado como morfodinâmico ou ecodinâmico. TRICART (1982) discute as noções de paisagem e ecologia, oferecendo esclarecimentos sobre as idéias já trabalhadas por Sotchava e Bertrand. O autor chama atenção para uma necessidade de melhor definir os sistemas geográficos e o controle através da bioestasia. Amplia as possibilidades de trabalhos quando considera as vantagens adquiridas com o uso das técnicas de sensoriamento remoto na abordagem de uma então ecogeografia, onde o conceito de paisagem torna-se o lastro da proposta.

Estas referências apresentadas serviram para balizar o trabalho de dissertação ora apresentado. Como em GREGORY (1992), a preocupação central toma os processos geomorfológicos, em face da contribuição antrópica, como possibilidade de investigação sobre a problemática ambiental.

É assim que RODRIGUES (1997) chamou atenção quando produziu um resgate sobre a teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e

ambientais, assim destacando o trabalho de Tricart, com a noção de morfodinâmica, e a vasta contribuição do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à Geografia brasileira.

Assim, adotando as noções oferecidas por MONTEIRO (2000) na procura dos geossistemas e sua possibilidade enquanto paradigma geográfico segue posteriormente a representação da problemática e realidade objeto de estudo para a área em apreço. Teoricamente esse é o entendimento geral para o estudo da quebra da estabilidade morfodinâmica na área estuarina do rio Itapessoca.

Como procedimento metodológico foi construída uma matriz, aqui denominada de ecodinâmica. Esta atividade teve como suporte as noções oferecidas em TRICART (op. cit.). Sua aplicação acabou servindo de base para a construção de uma planilha para anotações de campo, sobre a qual foram identificadas e selecionadas as áreas focos marcadas pela ocorrência de quebra da estabilidade morfodinâmica. Este quadro segue posteriormente apresentado. Suas bases consistem na observação e descrição das características geomorfológicas e geográficas, influências morfogenéticas sobre a pedogênese, integração morfogenética na classificação pedológica, influência litológica, estado de conservação e conseqüências do uso e ocupação do solo, e por fim a identificação da categoria ecodinâmica.

Deste mesmo trabalho de TRICART (op. cit. p.29) cabe uma citação que aqui é apresentada como síntese e inspiração:

“Os processos morfogênicos produzem instabilidade da superfície, que é um fator limitante muito importante do desenvolvimento dos seres vivos. Do ponto de vista

ecológico, a morfodinâmica é uma limitação. Onde a morfodinâmica é intensa – por exemplo, num campo de dunas ou em área de intenso ravinamento – a vegetação é pobre e muito aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade específica. Existe, portanto, uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida. Um dos objetivos da administração e ordenamento do meio ambiente é necessariamente, diminuir a instabilidade morfodinâmica.”

Complementando as idéias de Tricart, CORRÊA (2006) considera os geossistemas como recursos de apreensão da realidade por parte da geografia física aplicada e de caráter histórico, onde a morfodinâmica é reconhecida na paisagem que se observa através de investigações sobre as mudanças e seus possíveis padrões de ocorrência.

Assim, na expectativa de contribuir para uma geografia atualizada em suas bases conceituais, CORRÊA (op. cit., p. 44) é aqui citado :

“O reconhecimento desses padrões de mudanças e permanências nas paisagens físicas atuais, e sua confrontação com o registro histórico e geológico recente (Neógeno) está na ordem do dia da geografia física contemporânea, e do seu êxito depende a própria manutenção dos atributos unificadores e de relevância social desta disciplina.”

Materiais e Métodos

Na caracterização da área de estudo adotou-se o modelo geral de evolução geológica das planícies costeiras da porção central do litoral brasileiro durante o Quaternário que segundo SUGUIO (2001, apud Dominguez, et. al., 1981) é válido para o trecho do Rio de Janeiro até Pernambuco. Foi construído ainda o modelo digital do terreno com base nos pontos cotados e curvas de nível da carta topográfica de Itamaracá, em escala de 1:25.000, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1972), a partir da utilização do *software Surfer 8.0*, num quadrante de aproximadamente 40% da carta foram plotados 7.480 pontos plani-altimétricos.

Para a caracterização geológica da área foi utilizado o trabalho de BARBOSA et. al (2003) atendendo a necessidade de uma descrição criteriosa e atualizada da região em apreço.

Em primeiro trabalho de campo, de caráter, exploratório foram identificadas, 09 (nove) áreas focos para o estudo, seguindo a referência de TRICART (1977) foi estruturado um quadro ecodinâmico (ver quadro 01) adaptado que serviu como planilha de notas para informações que identificaram a quebra da estabilidade morfodinâmica.

Como bases utilizadas para a construção dessa matriz ecodinâmica, na busca dessa abordagem integrada, as características geomorfológicas serviram numa descrição da compartimentação da área foco abordada, ofereceram ainda subsídios para a compreensão da estrutura superficial da paisagem e das influências morfogenéticas sobre a pedogênese. O objetivo de sua observação foi o de

reconhecer em campo indícios que poderiam favorecer o saldo resultante desse balanço, onde as categorias de estabilidade e instabilidade são definidas na dinâmica superficial ocorrente.

Na integração morfogenética e na classificação pedológica são revelados os tipos, condicionantes e comportamento das formações superficiais, que acabam conciliando estrutura e dinâmica para demonstrar a realidade ocorrente em cada sistema geográfico.

Com a influência litológica surge a possibilidade de controle ou atenuação da morfodinâmica, então se torna necessário essa observação, que tanto repercute na paisagem, como na própria relação estabelecida entre a morfogênese e a pedogênese.

Se considerado o presente trabalho como uma tentativa de aplicação do conteúdo geomorfológico e geográfico físico, sua justificativa primordial é encontrada na possibilidade de identificar, avaliar e monitorar a ocorrência de problemas ambientais. Para isso, o reconhecimento do estado de conservação, serviu como indicativo das áreas onde a degradação se tornou marcante.

Das conseqüências do uso e ocupação do solo, foi julgado o nível de comprometimento de cada área percorrida, integrando às outras bases e repercutindo sobre a manutenção ou quebra da estabilidade. Como nas áreas estudadas a falta de planejamento é concreta, na perspectiva de um trabalho de caráter geográfico, foi levado em consideração que a presença humana pode contribuir com o desencadeamento dos processos morfodinâmicos, servindo assim como um agente superficial na dinâmica geomorfológica.

A categoria ecodinâmica representa sinteticamente considerações parciais sobre as observações e discussões até então realizadas. É o primeiro passo para a tomada de direcionamento do trabalho empreendido. Dessas considerações e bases se obtém um panorama da problemática a ser abordada, a partir do qual foram definidas novas estratégias que favoreceram o melhor detalhamento do objeto de estudo.

Na análise destas áreas identificadas, foi aplicado o modelo de fragilidade potencial natural com apoio nas classes de declividade como demonstradas em SPÖRL & ROSS (2004), a saber: 1 – Muito fraco: < 6%; 2 – Fraco: 6 a 12%; 3 – Médio: 12 a 20%; 4 – Forte: 20 a 30%; 5 – Muito forte: > 30%. A essa informação espacial foram atreladas outras variáveis como solo, cobertura vegetal e pluviosidade, permitindo a construção de classificações numéricas variando de 1111 a 5555, em função do grau crescente de instabilidade, a partir das quais foram obtidos cinco graus de fragilidade.

Como alternativa de representação dos resultados realizou-se o somatório dos índices e cálculo de seus valores médios, que foram plotados e apresentados em modelo gráfico do programa *excel*.

Com o apoio do mapa do zoneamento costeiro da Agencia Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH foi possível direcionar a pesquisa para a aplicação do mapeamento morfodinâmico de detalhe.

No encaminhamento deste trabalho foram selecionadas 03 (três) áreas focos diferenciadas localizadas no estuário do rio Itapessoca e que serviram como demonstrativo da morfodinâmica. Nesta realização adotaram-se os procedimentos de AZAMBUJA & CORRÊA (2005) no qual a metodologia adotada compõe-se de análises “in loco” em escala micro, onde se podem observar detalhes importantes que em escala regional, por exemplo, não é possível identificar.

O trabalho foi dividido em duas etapas: a primeira foi a coleta de dados e observações. Nesta fase foram utilizados os seguintes instrumentos: GPS de precisão, altímetro, máquina digital, trena, fita zebra e papel milimetrado. Para as análises em campo, foram adotados os parâmetros: estrutura superficial da paisagem, uso do solo, vegetação e processos superficiais.

A realização do mapeamento consiste no estabelecimento de um quadrado de análise com extensão de 100m x 100m. No caso foram determinados três quadrados delimitados pelas coordenadas UTM: (0291055/9149958 e 0291076/9149839) área foco 01; (0297922/9152049 e 029708/9151984) para a 02; ainda (209760/9152069 e 0297730/ 9151971) da terceira.

Por sua vez esses recortes foram divididos em 100 células de 10m², para que fossem contemplados em cada célula os graus de estabilidade e instabilidade morfodinâmica dos quatro níveis categóricos pré-estabelecidos.

Ao final do levantamento de campo, tais dados foram levados a gabinete para organização e digitalização através da utilização dos *softwares Surfer 8.0 e Corel Draw 12*.

A partir da utilização do *software Surfer 8.0* foram sintetizadas as informações em quatro níveis, a saber: 01 – estabilidade, 02 – instabilidade atenuada, 03 – instabilidade moderada e 04 – instabilidade acentuada. No tratamento e arte-finalização do mapa morfodinâmico expedito, com base nas informações coletadas em campo, foi utilizado o *Software Corel Draw 12*, contribuindo para a avaliação dos níveis classificatórios dos mapas de isovalores elaborados pelo *Sufer 8.0*.

Como informações complementares ainda foram levantados dados da dinâmica costeira a partir dos parâmetros praias de direção da corrente de deriva, velocidade, período, altura das ondas e extensão da zona de espraiamento na área foco 06.

Na área 08 foi aplicado o monitoramento por 06 (seis meses) da evolução erosiva das suas formações superficiais. Para tanto foi utilizada a técnica denominada “Pinos de erosão” sugerida por GUERRA (2002). Nesta área de

amostragem com vegetação degradada, foram instalados 25 pinos, medindo 15 cm e diâmetro de 0,8 cm e instalados com equidistância de 1 m. Essa porção delimitada com 16 m² no total recebeu visitas mensais durante a ocorrência da estação chuvosa na região estudada.

01 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada na porção sul-oriental do município de Goiana, a área estudada encontra-se inserida na bacia do rio Itapessoca que totaliza uma área de 12.584,06 ha., delimitada pelas seguintes coordenadas $07^{\circ} 37' 30''$ / $07^{\circ} 45' S$ e $34^{\circ} 45'$ / $34^{\circ} 52' 30'' W$.

A área em foco limita-se ao norte, com a bacia do rio Goiana; ao sul, com a bacia dos rios Botafogo-Arataka e com o Canal de Santa Cruz; a oeste, com a sub-bacia litorânea do Botafogo; e a leste, comunica-se com o oceano Atlântico através da extremidade norte do Canal de Santa Cruz em Barra de Catuama (Figura 01).

Como região estuarina, a mesma, caracteriza-se pelo intenso fluxo de energia, produção e processamento de matéria, traduzindo-se num complexo paisagístico onde a peculiaridade marca os subsistemas componentes desse sistema geográfico em macro escala.

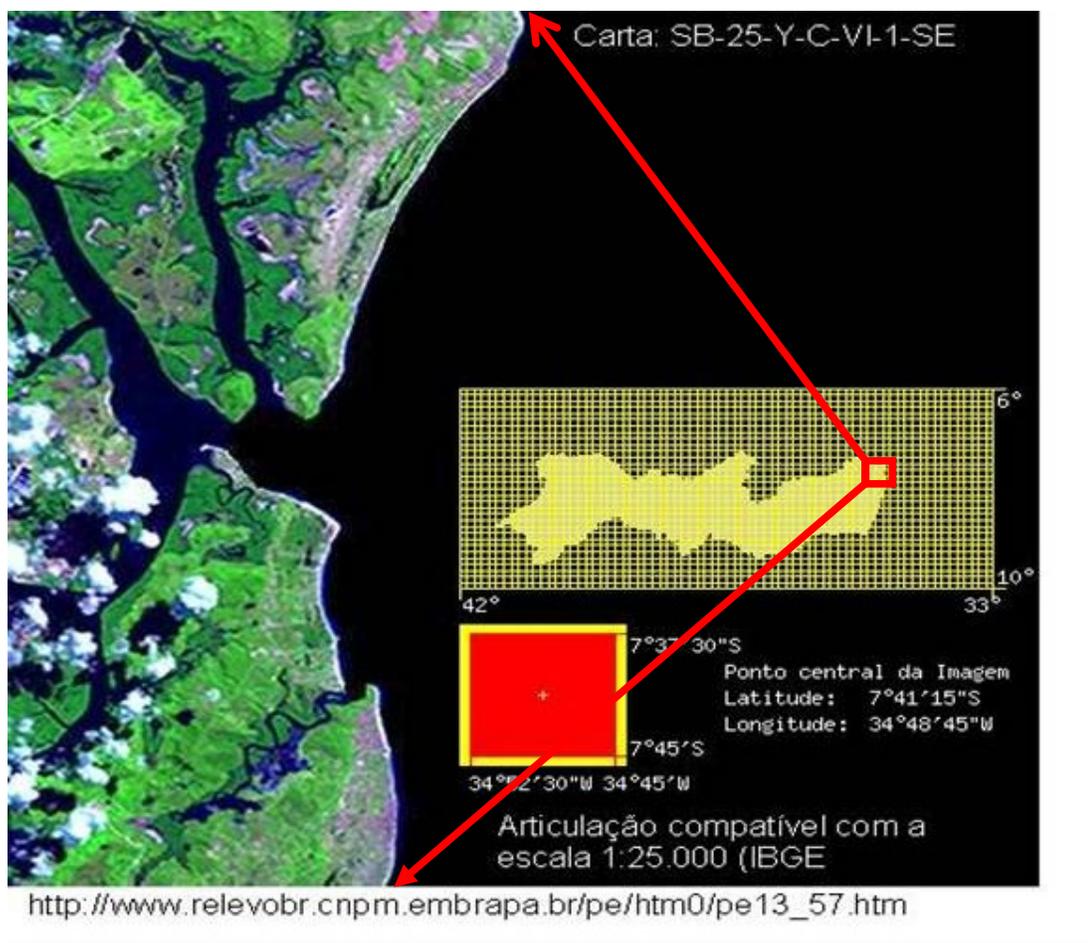


Figura 01: Localização da área de estudo, fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2006.

O sistema de drenagem nessa área estuarina é resultante da confluência de vários rios de pequeno porte que nascem nas encostas dos tabuleiros localizados ao norte e a oeste da Ilha de Itapessoca. Os principais tributários que confluem para o estuário são: Itapessoca, Sirigi, Ibeapicum e Guariba. O último tendo à sua margem esquerda a vila de Tejucopapo, que junto com as localidades de Barra de Catuama e Atapuz, formam os maiores aglomerados humanos na área.

A área de estudo considerada tem como parte central a Ilha de Itapessoca, ao longo do seu entorno ocorre um anfiteatro formado que é dissecado por pequenas

bacias de drenagem. Essas bacias têm suas estruturas geológicas largamente subordinadas ao domínio da Formação Barreiras, datando do Cenozóico superior, que se apresenta superficialmente, ora como tabuleiros e baixos platôs costeiros, ora formando morros dissecados. Alguns destes compartimentos mantêm uma cobertura vegetal secundária de porte arbóreo (Mata Atlântica) ou arbustivo, em áreas degradadas, enquanto outros estão ocupados antropicamente. A figura 02 apresenta um modelo digital do terreno da área estudada.

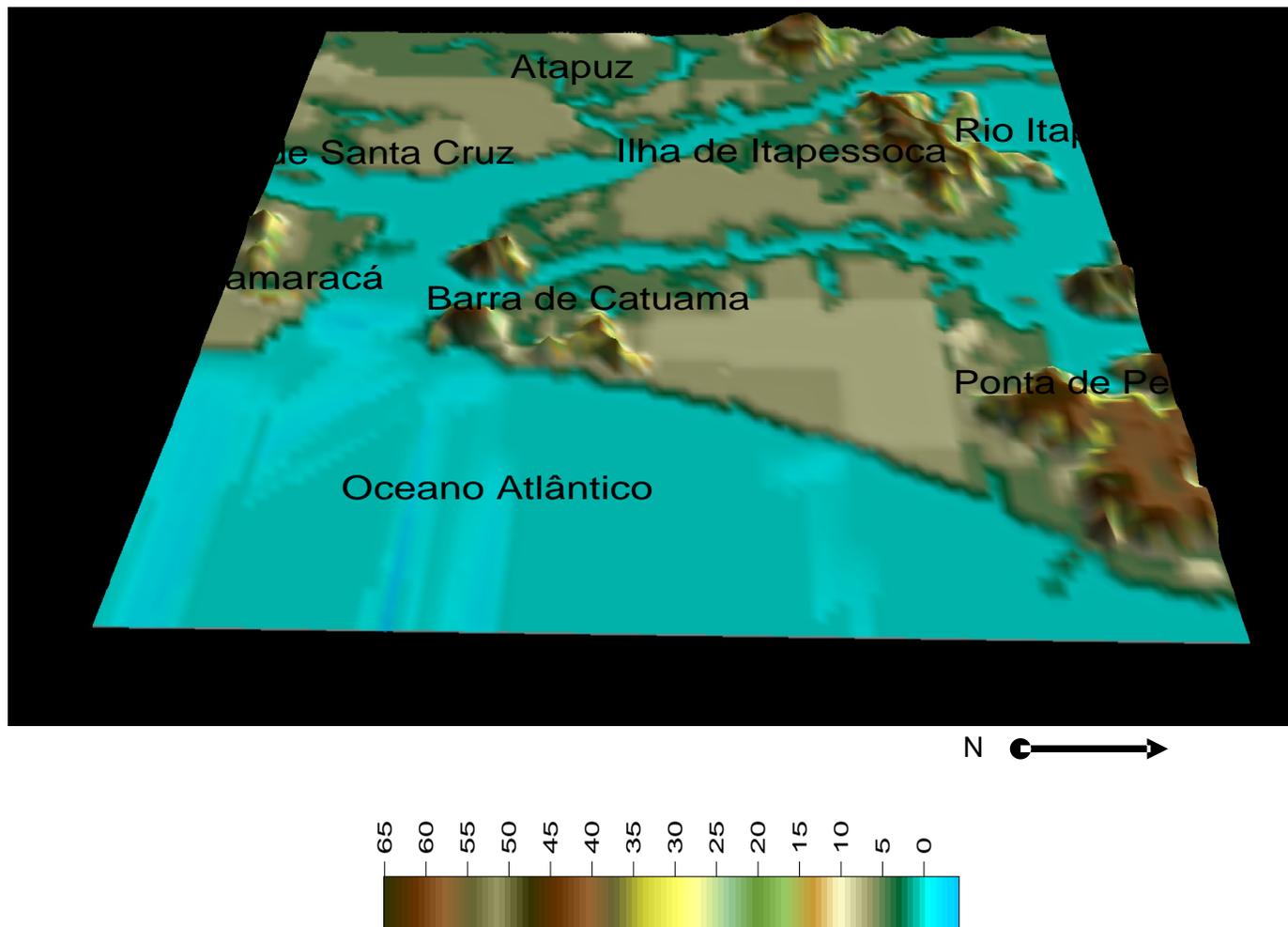


Figura 02: Modelo digital do Terreno, (Variação altimétrica em metros, 1:25000 com equidistância de 10 metros entre as curvas, carta base SUDENE 1972).

Na caracterização geológica o detalhamento das unidades aflorantes na área de estudo permite uma melhor compreensão das relações morfoestratigráficas ali observadas. Segundo BARBOSA et. al (2003) a Bacia da Paraíba se apresenta como uma unidade deposicional diferenciada, em separado, da Bacia de Pernambuco. Para tanto os autores tomam por base outros trabalhos já realizados e utilizam novas pesquisas e dados, a partir dos quais consideram a Bacia da Paraíba como subdividida nas sub-bacias Olinda, Alhandra e Miriri. A figura abaixo apresenta esta atualização com a divisão das bacias de Pernambuco, da Paraíba e Potiguar, conforme a interpretação utilizada neste trabalho.

A Bacia da Paraíba caracteriza-se como uma faixa sedimentar costeira, confinada entre o Lineamento Pernambuco e a Falha de Mamanguape, possuindo aproximadamente 130 km de extensão (Figura 03).

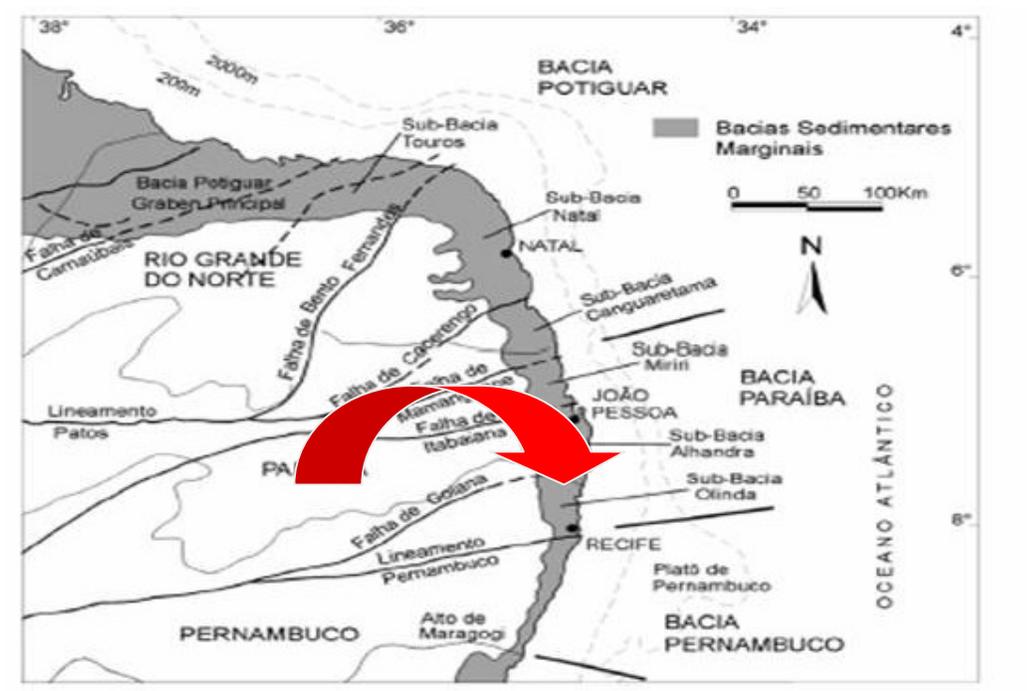


Figura 03: Localização da Bacia Paraíba e sub-bacia Olinda, fonte: BARBOSA, et al. 2003.

No modelo proposto, no quadro esquemático apresentado a seguir (Figura 04), para a estratigrafia da Bacia da Paraíba, é possível comparar as sub-bacias Olinda e Miriri/Alhandra. Nesta bacia, destacam-se como unidades estratigráficas respectivamente da mais profunda para a superficial:

- a Formação Beberibe formada por arenitos continentais de ambientes flúvio-lacustres de idade Santoniana- Campaniana;
- a Formação Itamaracá, correspondendo à transição para uma fase deposicional marinha, apresentando em sua composição arenitos calcíferos, na condição de siltito fino a médio, possui uma matriz argilosa contendo grãos de quartzito e feldspatos angulosos, onde são presenciados fósseis de ambiente marinho raso, provavelmente uma laguna costeira com influência fluvial de idade Santoniana-Campaniana;
- a Formação Gramame, trata-se de uma unidade carbonática de ambiente marinho, com idade entre o Campaniano superior e o Maastrichtiano, composta por calcários e margas, com espessura variando entre 150 e 1000 m;
- a Formação Maria Farinha (Fotos 03 e 04), de idade Cenozóica, com datações do Paleoceno, em sua porção inferior e do Eoceno-inferior quando de suas camadas superiores, já seu limite com a Formação Gramame data do Maastrichtiano. Os depósitos dessa unidade incluem calcários, calcários margosos e espessos níveis de margas na parte inferior, apresentando ainda calcários dolomíticos detríticos, contendo fauna fóssil existentes em recifes e lagunas.

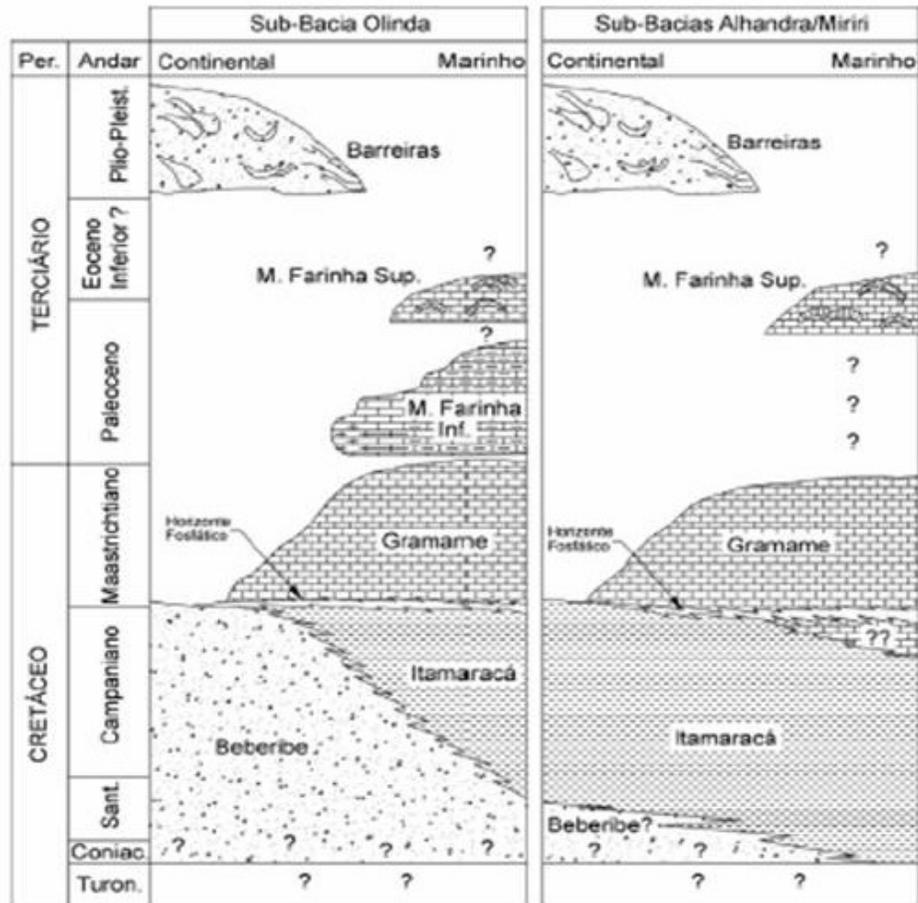


Figura 04: Perfil estratigráfico das Sub-bacias Olinda e Miriri, fonte: BARBOSA, 2003.

Encobrido esse material, encontra-se a Formação Barreiras, de origem continental e idade Plio-plestocênica, apresentando superficialmente os processos morfogenéticos, como resposta à intensidade e aos tipos de uso e ocupação do solo.

Na sessão estratigráfica da Bacia da Paraíba (Figuras 04 e 05) observa-se que a Formação Itamaracá ocorre consideravelmente mais espessa nas duas sub-bacias ao norte, Alhandra e Miriri. Na sub-bacia Olinda, em sua porção emersa,

evidencia-se o capeamento maior da Formação Maria Farinha, observada em afloramento no morro do Funil na localidade de Barra de Catuama (Fotos 01 e 03). Estando este afloramento no contexto geomorfológico de uma falésia viva, onde a ablação marinha atua estabelecendo a morfodinâmica atual.



Foto 01: Aspecto do contato entre as Formações Maria Farinha, no topo e Gramame, na base, no afloramento em Barra de Catuama, Ponta do funil, Fevereiro, 2006.

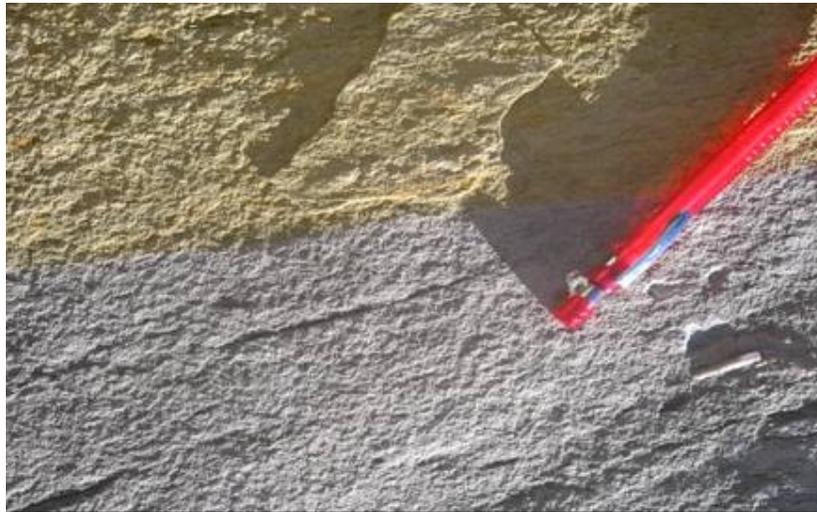


Foto 02: Visualização do contato entre as formações Maria Farinha, parte superior e Gramame, parte inferior, afloramento em Barra de Catuama, Ponta do funil, Fevereiro 2006.

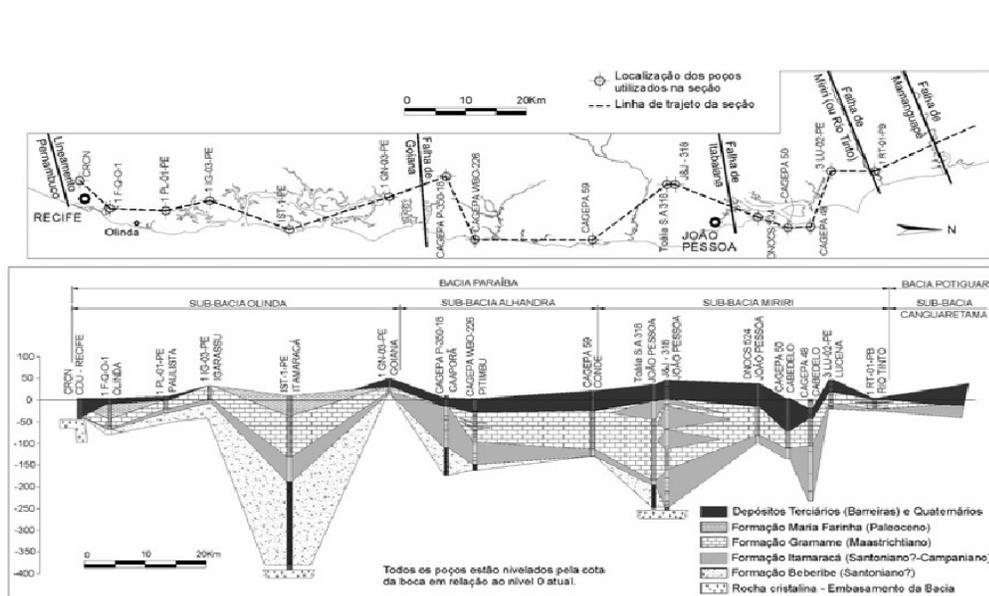


Figura 05: Perfil estratigráfico das Sub-bacias Olinda e Miriri, fonte: BARBOSA, 2003.

Numa revisão sobre a gênese das planícies costeiras nordestinas SUGUIO (2001), reforçando as reconsiderações de BARBOSA (2003), apresenta um modelo desenvolvido a partir da proposta para a geologia do Quaternário do Estado de

Pernambuco. Nesta configuração destacam-se o capeamento da Formação Barreiras, os tabuleiros, os terraços pleistocênicos e as formações holocênicas dos terraços marinhos, cordões arenosos, linha de praia atual e planície de maré. Em BARBOSA (2003) os mapas das paleo-linhas de costa da Bacia da Paraíba apresentam a seqüência evolutiva deposicional das formações sobrepostas à Formação Beberibe. A paleo-linha A indica a transição para a fase marinha com os depósitos da Formação Itamaracá, em B estariam os depósitos da Formação Gramame e em C a Formação Maria Farinha (Figura 06).

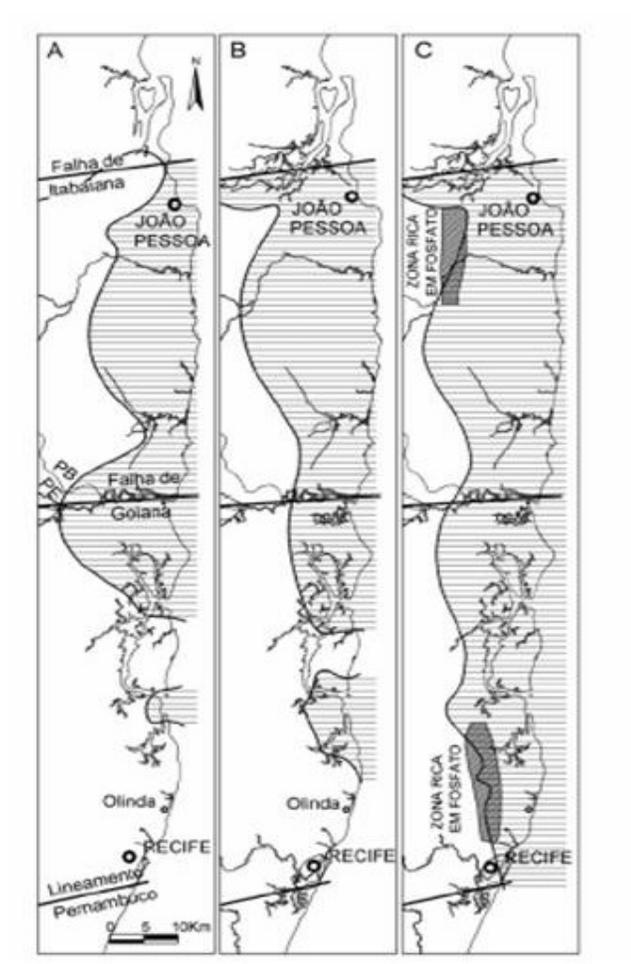


Figura 06: Esquema representativo das paleo-linhas de praias na Bacia da Paraíba.

Fonte: BARBOSA, 2003.

Somadas às informações do mapa de paleo-linhas de costas, o esquema de SUGUIO (2001) oferece suporte para a caracterização da evolução geomorfológica da área estudada, a partir de um roteiro no qual se sucedem as seguintes fases: inicialmente ocorreu a sedimentação da Formação Barreiras, após esta fase, indicando o máximo de uma antiga transgressão, assim ocorreu a sedimentação da formação continental pós-barreira, no máximo da penúltima transgressão, ocorreu a construção de terraços marinhos pleistocênicos. Em seguida na máxima transgressão holocênica, deu-se a dinâmica de construção de deltas intralagunares e terraços marinhos holocênicos, seqüência observada na Figura 07.

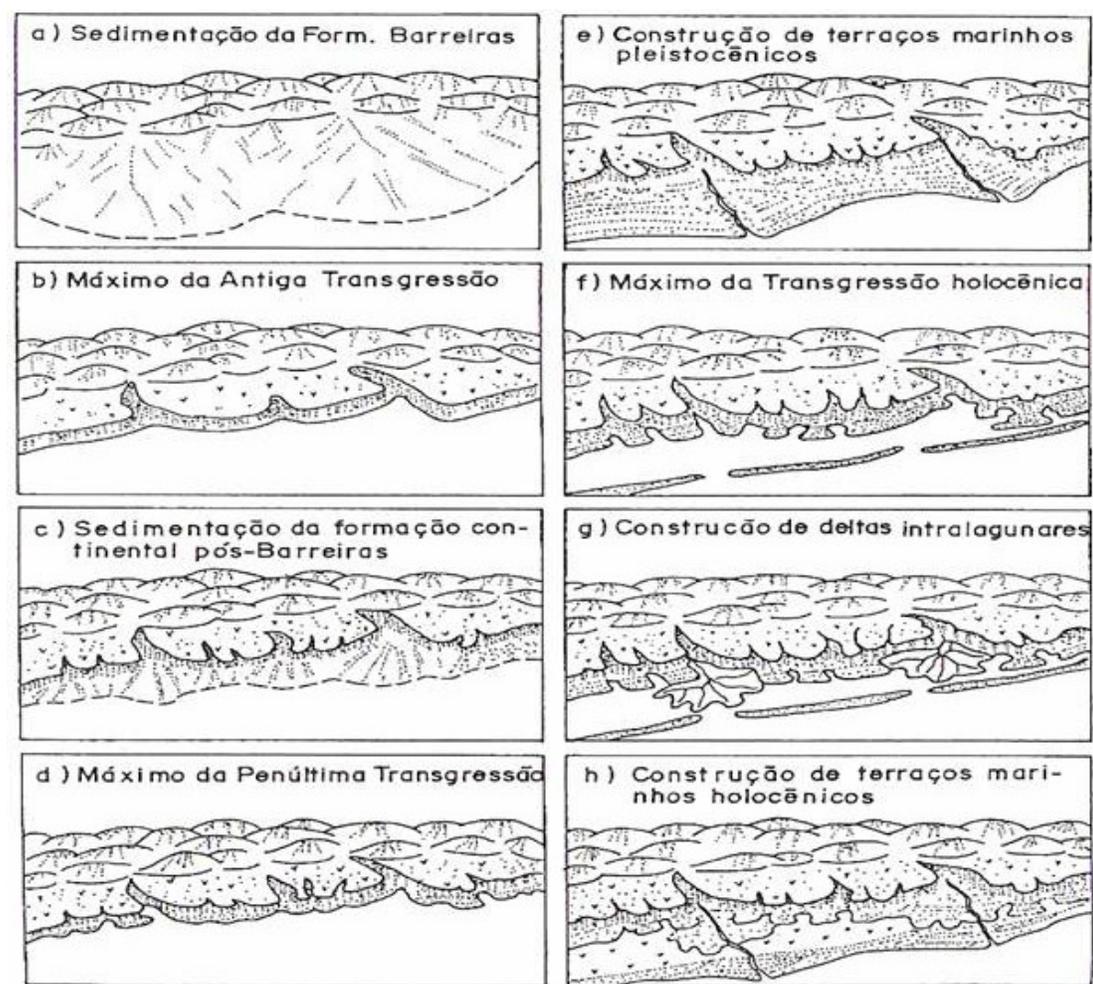


Figura 07: Esquema representativo da evolução da Planície Costeira para o nordeste brasileiro segundo SUGUIO (2001).

Esse referencial teórico serve como balizamento para orientar a definição dos complexos morfogenéticos observados em campo e delimitados em gabinete, bem como a ação dos fluxos modeladores do relevo local agindo sobre um arcabouço geossistêmico de unidades de paisagem. A partir destes definiram-se as bases teóricas para realizar a interpretação dos dados das “áreas tipos” observadas *in loco*.

Na porção oeste, esta formação tem contato com o embasamento cristalino, a leste com as formações Cretáceas da sub-bacia Olinda, que por sua vez é pertencente à Bacia da Paraíba. Assim estão dispostas as principais unidades de significado morfoestratigráfico na área de estudo: Formação Beberibe, a mais profunda, sobreposta em ordem cronológica pelas Formações Itamaracá, Gramame e Marinha Farinha, sendo esta última a mais superficial. Ao norte da Ilha de Itapessoca e na vila de Tejucopapo, a Formação Barreiras, ocorre sobrepondo-se aos depósitos da Formação Gramame, enquanto que ao sul da Ilha e na localidade de Barra de Catuama esta se sobrepõe diretamente aos calcários e margas da Formação Maria Farinha (Foto 03).

Na área de domínio deposicional recente (planícies de maré e flúvio-marinhas) predomina a ação dos canais de maré (Foto 04), onde o fluxo das águas marinhas realiza o contato e mistura dos corpos fluviais, constituindo assim um sistema geográfico estuarino.



Foto 03: Afloramento da formação Maria Farinha, Barra de Catuama, Ponta do Funil, equipe de apoio: Bruno Ferreira, Daniel Rodrigues e Dayse Timóteo, Fevereiro, 2006.

Dentre os sedimentos recentes ocorrem na área os depósitos aluviais de planície (terraços), os depósitos flúvio-lagunares, de mangue, de praia e recifes. Essa cobertura superficial é marcada pela presença do material proveniente da remobilização de Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, além dos solos Quartizárênicos e indiscriminados ou lamosos de manguezal.

Sobre estes compartimentos intrínsecos ao complexo estuarino, em foco, sobrepõe-se ainda um manguezal cujas espécies mais comuns são: mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e o

mangue siriúba (*Avicennia*), ainda com uma frequência menor o mangue de botão (*Conocarpus erectus*), a samambaia do mangue (*Acrostichum aureum*), o junco (*Eleocharis*), a tiririca (*Scleria bracteata*), entre outras. Ainda a montante do mangue de fitofisionomia higrófila muitas vezes domina a aninga (*Montrichardia linifera*).

A biota no geossistema estudado apresenta conforme CPRH (2001), em sua fauna, espécies de peixes, como a sardinha bandeira (*Opisthonema oglium*), o baiacu (*Collomesus psittacus*), o tibirol (*Ologopeites palometa*) e o carapeba (*Eugerres brasiliamus*). Crustáceos e moluscos, com destaque para os decápodes nos manguezais e ainda algumas espécies de aves como os socós (*Buteo striatus*) e garças (branca grande - *Ardea alba* e branca pequena - *Egretta thula*).

Dessa variação de elementos e sua integração geográfica é produzido um complexo mosaico de paisagens onde a estabilidade potencial é sensível à presença antrópica. Nesta área diferenciada ainda outros elementos dinâmicos encontram-se integrados e agindo sobre a morfogênese. O comportamento climático é um elemento fundamental neste encadeamento de fatores responsáveis pela dinâmica paisagística da área.



Foto 04: Aspecto do Manguezal e canal de maré em Atapuz. Março, 2006.

Em consonância com a porção norte do litoral pernambucano, o comportamento climático local reflete o tipo tropical úmido de costa oriental, onde as temperaturas médias anuais oscilam em torno de $25,1^{\circ}$ C, nos meses de julho e agosto, meses menos quentes do ano, e de $26,3^{\circ}$ C, em dezembro, janeiro e fevereiro, meses mais quentes, apresentando assim amplitude térmica anual de $1,2^{\circ}$ C. A precipitação anual média é de 1.271,6 mm aproximadamente. O período chuvoso estende-se de março a julho e o mês mais seco é outubro (Figura 08).

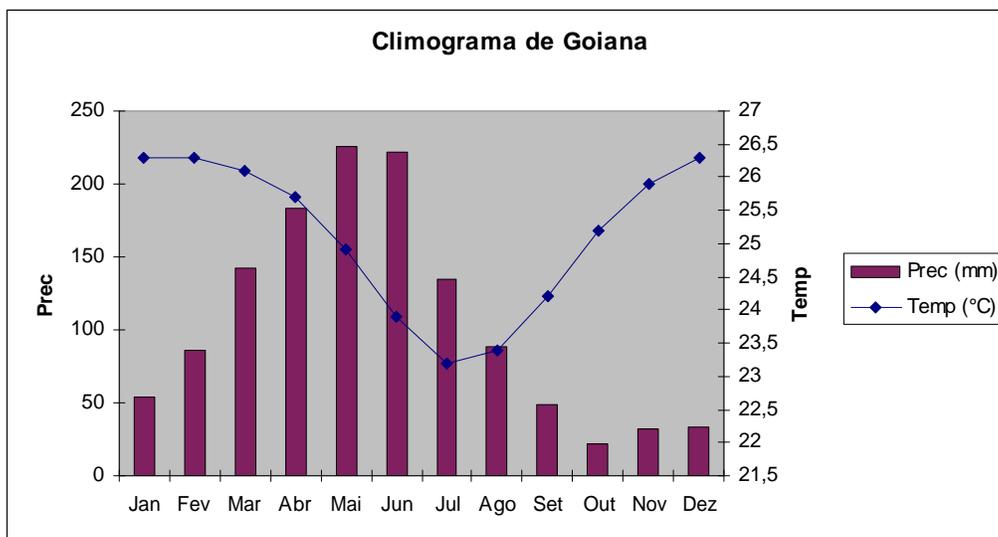


Figura 08: Climograma de Goiana, posto da usina Matari, (7^o 40' S e 35^o 8' W, e 80 m de altitude), monitorado de 1911-1990, fonte dos dados: Universidade Federal de Campina Grande, centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade acadêmica de Ciências Atmosféricas. Home page: www.dca.ufcg.edu.br, 2006.

De uma forma geral o comportamento climático da área segue o ritmo, regime e dinâmica regional da porção costeira do Nordeste Oriental, onde a influência oceânica é marcante. Os ventos sopram com direção geral sudeste, apresentando nos meses de setembro a fevereiro variação para o leste, retornando em março à direção sudeste. Os principais sistemas atmosféricos causadores de precipitação na área são as ondas de Leste, a Frente Polar Atlântica e a Zona da Convergência Intertropical, além dos sistemas de brisa e vórtices ciclônicos em menor escala.

As formas de ocupação espacial predominantes na área visitada são: a residencial, a turística, a “plantation” da cana-de-açúcar, o plantio do coco e de outras fruteiras, a avicultura, a exploração de areia, no baixo vale do rio Sirigi e do Arataca, bem como a extração de calcário para produção de cimento, na Ilha de Itapessoca e de cal no Engenho Megaó, em Tejucopapo.

A carcinicultura encontra-se presente especialmente na área de manguezal, e nos baixos cursos dos rios, ocorrendo em Atapuz e Barra de Catuama. A mesma vem ocupando o leito do rio Arataca, e na localidade de Tejucopapo um empreendimento recém introduzido é encontrado sobre as cabeceiras dos baixos terraços costeiros.

Os empreendimentos que apresentam registro de funcionamento junto à Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) são: a fazenda Netuno, em Igarassu e Atlântis no município de Goiana. Ambos encontram-se localizados fora da área de observação. Na área estudada apenas a fazenda Atapuz consta oficialmente como empreendimento carcinicultor, identificado no mapa do gerenciamento costeiro produzido por essa agência de governo.

A partir do referencial teórico de inspiração ecodinâmica e geossistêmica adotado, chega-se a uma configuração de sistema geográfico para a área de estudo.

Nesta representação a quebra da estabilidade morfodinâmica (ver figura 09) torna-se evidência e terminação de causas provenientes dos processos alternativos da remobilização das formações superficiais e ocupação das áreas potencialmente instáveis. Estão relacionadas a estas duas, e entre si, a deficiência ou ausência do ordenamento espacial e ainda as formas de uso e ocupação do solo que provocaram a destruição de significativa porção da antiga cobertura vegetal.

Estes são subsistemas com processos intrínsecos à realidade na área estudada, todavia, um outro subsistema que não é diretamente controlado pelas ações locais, isto é, possui condição extrínseca ao contexto, acaba se tornando responsável pela entrada de energia no sistema geral. Este corresponde às condições climáticas da região, que respondem ao comportamento regional da circulação geral e aos sistemas de perturbações atmosféricas. A estação chuvosa e

a possibilidade de descargas pluviométricas de maior intensidade podem contribuir significativamente preparando a retomada da morfodinâmica sobre as formações superficiais desta área.

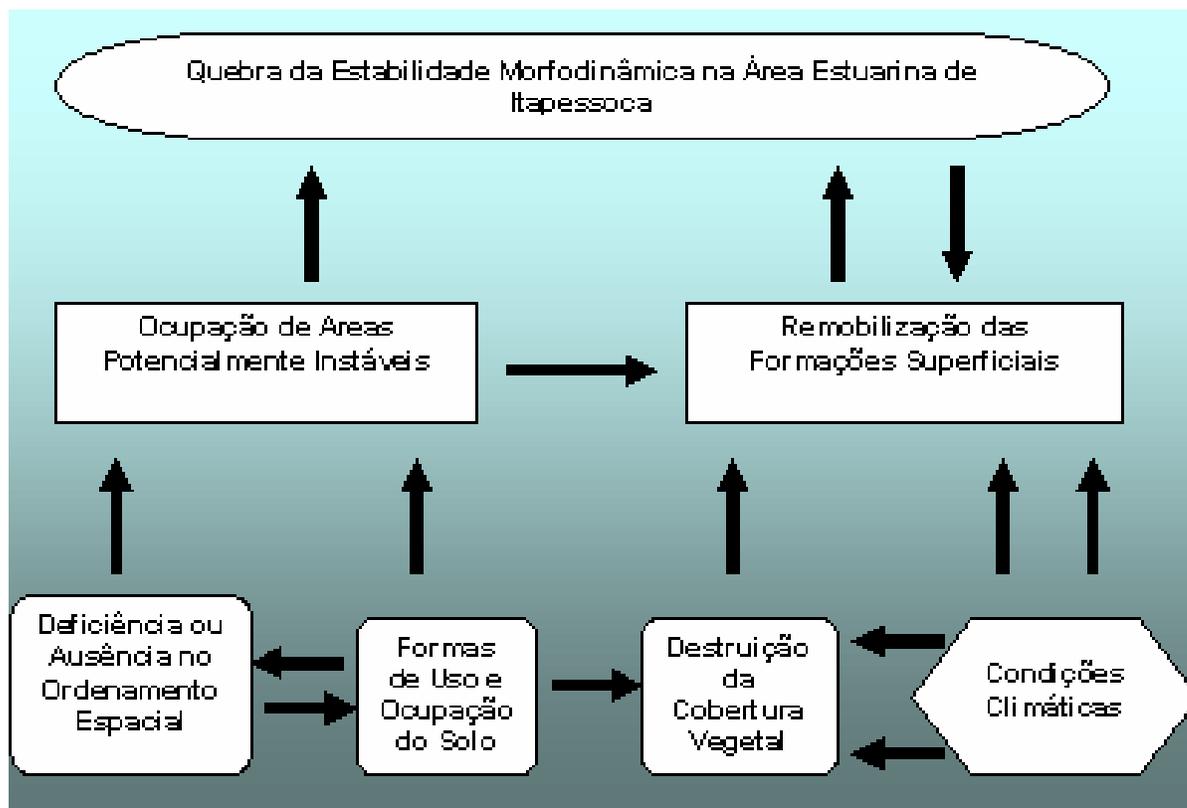


Figura 09: Representação sistêmica da problemática e causas da quebra da estabilidade morfodinâmica na área estuarina de Itapessoca.

No contexto, aqui caracterizado, a densidade da problemática é reconhecida quando se considera que a retirada da cobertura vegetal, as formas de uso e ocupação do solo, a deficiência ou ausência de ordenamento espacial acabam se coadunando sob as interferências da dinâmica natural meteorológica para o atual estado de desequilíbrio ambiental encontrado na área em questão (Figura 10).

As principais evidências da intensificação da morfodinâmica na área, decorrente de inputs de energia de origem natural e antrópica estão na retomada, preparação dos processos alternativos de erosão, colmatagem dos corpos hídricos, elevação do nível de base geral, redefinição da linha de praia, colapso da rede de drenagem e degradação das áreas de manguezal. Cada vez mais a terminação em degradação vêm aumentando em proporção, pois seguem sem intervenção efetiva de controle ou mitigação.

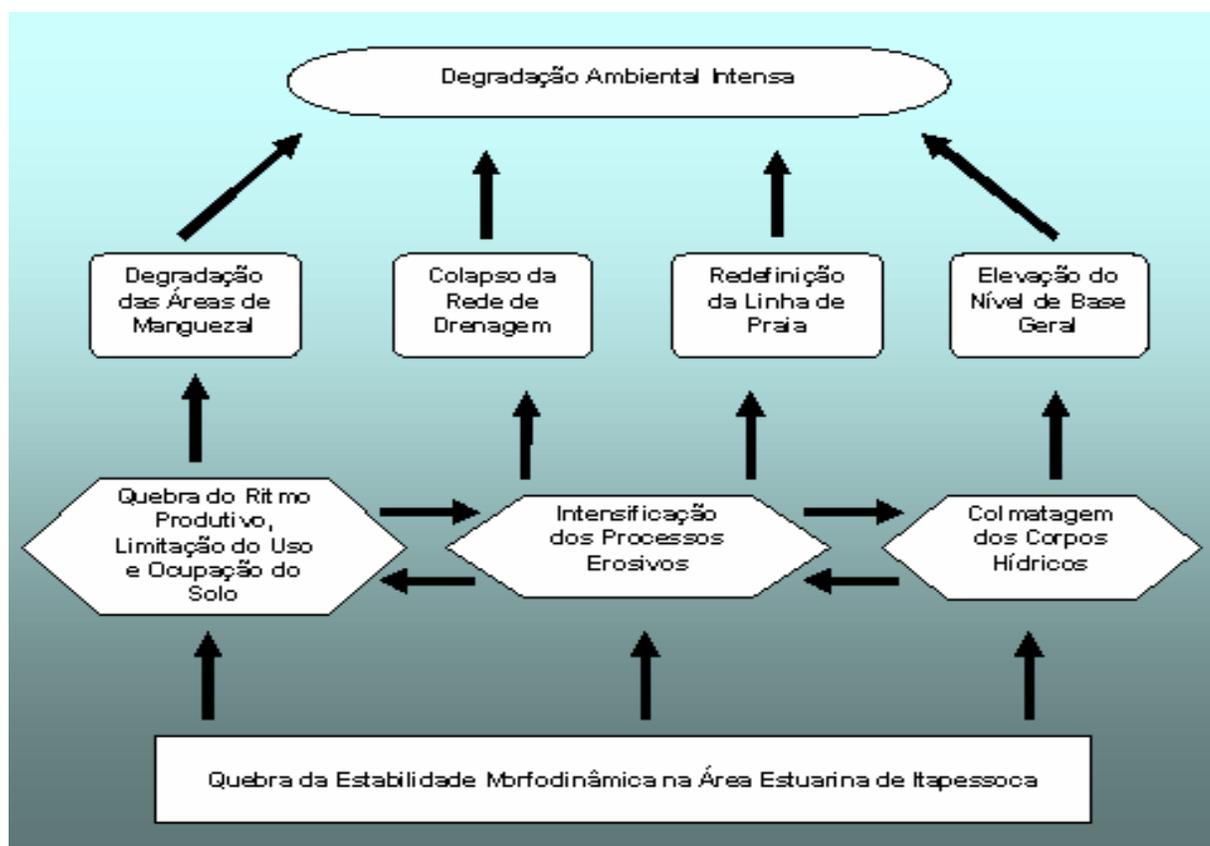


Figura 10: Representação sistêmica da problemática e efeitos da quebra da estabilidade morfodinâmica na área estuarina de Itapessoca.

Instalada a quebra da estabilidade do sistema geográfico, os seus efeitos se fazem presentes na quebra do ritmo produtivo e limitação do próprio uso e ocupação do solo, que por sua vez interage com a intensificação dos processos erosivos e o conseqüente assoreamento dos corpos hídricos do próprio estuário.

Esse estudo traz como resultado a caracterização dessa porção costeira do estado pernambucano. É uma realidade que chama atenção para a realização de estudos e debates que questionem e ofereçam propostas mitigadoras para a problemática encarada. Assim nessa perspectiva seguem os próximos capítulos como tentativas de aprofundamento e detalhamento do quadro em questão.

2. UNIDADES GEOSISTÊMICAS E FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA ESTUARIANA DE ITAPESSOCA

O trabalho exploratório de campo realizado na área estuarina de Itapessoca resultou na seguinte distribuição de unidades geossistêmicas. Em função do grau de estabilidade morfodinâmica foram assim identificadas: as encostas dos terraços pleistocênicos nas margens do rio Arataca, incluindo o próprio leito deste rio; os anfiteatros das cabeceiras de drenagem do sistema estuarino; a linha de praia em redefinição; o manguezal e as encostas da Formação Barreiras na localidade de Barra de Catuama. De fato estas áreas apresentam em comum o predomínio da morfodinâmica sobre a pedogênese, tratam-se das áreas “focos” de ocorrência dos processos analisados no presente trabalho.

2.1 IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES SISTÊMICAS E ÁREAS “FOCOS”

A primeira delas encontra-se localizada sobre os terraços que margeiam o rio Arataca. Seguindo pela estrada de acesso para o povoado de Atapuz, percebe-se uma área muito degradada em função da extração de areia. É observado que na passagem das duas unidades de terraços, do pleistocênico para o holocênico, ocorre um campo de dunas dissipadas, onde a camada arenosa superior, anteriormente em contigüidade, sofre intensa ação do escoamento superficial, sobretudo em setores onde, a mesma, serve como fonte de exploração mineral (Foto 05).

Com a exploração e o posterior abandono de algumas áreas as areias, enquanto formações superficiais passam a sofrer intenso processo de remobilização, com formação de sulcos e ravinas, sobre os quais a pouca cobertura vegetal não é eficiente no controle e estabilização do terreno. O que se observa é que continuamente essas formações acabam sendo carregadas para o leito dos rios. Com isso a erosão intensa na área, acaba atingindo a frente de intemperismo da formação Maria Farinha.



Foto 05: Área foco 01, remobilização da cobertura arenosa, quartizarênica, nas proximidades de Atapuz (Coordenadas UTM 0291055 / 9149958). Altitude 3 Metros. Março, 2006.

A quebra da estabilidade morfodinâmica induz a erosão laminar e a retomada da erosão linear, formando sulcos que evoluem para ravinas, revelando uma morfogênese superficial recente desencadeada pela atividade antrópica. Observando-se o *knick-point* ao longo das encostas desta unidade, constata-se que

o mesmo ocorre sobre um contato entre o horizonte superficial arenoso e um horizonte sub-superficial de textura argilosa (podzólico). Em áreas onde o pacote de areia foi retirado, ocorre o afloramento da Formação Maria Farinha que passa a sofrer diretamente o processo de imtemperização.

Em trabalhos clássicos sobre a morfoestratigrafia da faixa costeira pernambucana, e tecendo considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos, Bigarella e Andrade (1964) afirmaram que os horizontes arenosos seriam um indicador de fases de pedimentação a montante, dos quais os ditos depósitos seriam os sedimentos correlativos. Numa outra visão com ênfase pedogenética, o horizonte eluvial, é fruto da ação do intemperismo geoquímico sobre a própria Formação Maria Farinha, cujos horizontes superiores evoluíram por translocação da fácies finas formando o depósito arenoso de sua cobertura superficial. Em face da ação antrópica atual esta unidade vem sendo remobilizada por intensos processos erosivos.

Associados à inumação da Bacia Paraíba, mais especificamente no trecho aflorante da sub-bacia Olinda, ocorrem os sedimentos da Formação Barreiras que estruturam os baixos tabuleiros que circundam em forma de anfiteatro (Foto 06). Abaixo da cota dos 20 metros surgem os terraços fluviais pleistocênicos e holocênicos, localizados nas margens do rio Arataca onde a degradação e a instabilidade morfodinâmica são fortes, constituindo assim, uma segunda área de predomínio da morfogênese.

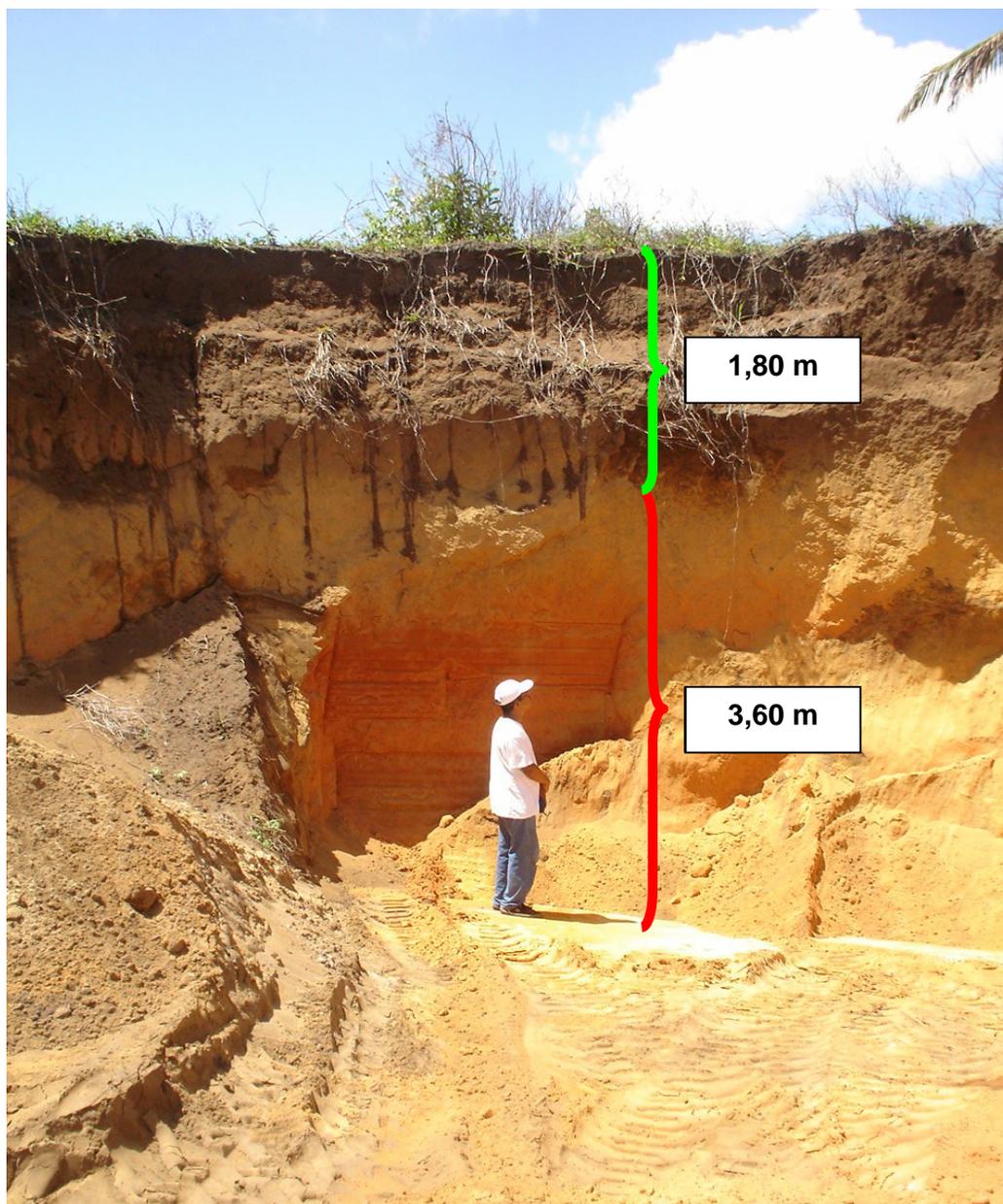


Foto 06: Área foco 02, intemperismo da Formação Maria Farinha, a camada superior não apresenta descontinuidade erosiva, encontra-se escura devido à translocação de matéria orgânica no processo de podzolização (Coordenadas UTM 0291254 /9150032) Altitude 20 Metros. Março, 2006.

O apicum, mangue em processo de substituição por vegetação de “terra firme” que anteriormente encontrava-se cobrindo parcialmente os terraços mais elevados e menos influenciados pela dinâmica das marés, atualmente alastra-se nas

áreas mais baixas, esse fato ocorre possivelmente devido à forte transformação nos processos superficiais produzidos pela pressão antrópica. O material remobilizado à montante acaba colmatando uma área correspondente ao nível de base do complexo estuarino e de áreas próximas (Foto 07), assoreando os baixios e canais de maré, assim impedindo a fixação dos manguezais.

Outra forma de degradação dos manguezais na área decorre do barramento da entrada dos canais de maré, impedindo o fluxo e refluxo da mesma; e a construção dos tanques e comportas ao longo dos canais, ambos em função da atividade de carcinicultura. Estes processos resultam na elevação do nível de base sobre o próprio manguezal com aterramento de suas raízes pneumatófitas, na terceira área de observação.



Foto 07: Área foco 03, processo de sedimentação em antiga área de manguezal (Coordenadas UTM 0292548 / 9148804). Março, 2006.

Observando-se as formas de ocupação e uso do solo na área, verifica-se nas proximidades de Atapuz, uma difusão recente da carcinicultura substituindo modalidades de usos mais tradicionais e ocupando o sistema de drenagem do rio Arataca. A instalação dessa atividade provoca intensas alterações na dinâmica fluvial, resultando na alteração do curso do rio, seu aterramento, destruição da cobertura vegetal e também remobilização de sedimentos, sobretudo, os componentes do capeamento arenoso dos terraços (Fotos 08 e 09) de mais duas áreas “foco”. O leito desse rio encontra-se intensamente artificializado com a implementação de uma nova fazenda de carcinicultura.



Foto 08: Área foco 04, transformação dos terraços do rio Arataca pela instalação de tanques para nova fazenda de camarão (Coordenadas UTM 0290582 /9159424) Altitude 13 Metros. Março, 2006.

As fazendas de carcinicultura encontram-se também instaladas sobre os anfiteatros e cabeceiras de drenagem, nas porções norte e oeste da Ilha de Itapessoca. Essa intervenção na calha fluvial acaba repercutindo no alto curso das drenagens (Foto 09). As conseqüências desta nova forma de uso do solo foram observadas sobre os anfiteatros das cabeceiras de drenagem do rio Itapessoca, onde antigos coqueirais estão sendo destruídos e substituídos pela nova forma de uso econômico. Na instalação da fazenda constata-se que os canais construídos apresentam cortes com inclinação incorreta, que levam ao desequilíbrio morfogenético de suas laterais. O ângulo de inclinação dos terraços artificiais favorece o desabamento e a erosão linear do material arenoso que os constitui (observar setas na foto 09). Este quadro se potencializa quando da ocorrência das chuvas, provocando a remobilização das formações superficiais e carreando sedimentos que à jusante implicarão num redimensionamento geral da estabilidade morfodinâmica na área estuarina.



Foto 09: Área foco 05, remobilização da cobertura arenosa próximo a cabeceiras de drenagem nos Tabuleiros Costeiros em Tejucofapo, Goiana – PE (Coordenadas UTM 0291985/ 9159668) Altitude 22 m. Março, 2006.

Em Barra de Catuama a linha da praia encontra-se em contínua redefinição ocasionando sérios transtornos à ocupação, que vem sofrendo com o processo de avanço do mar. Este fato deve-se à alteração do nível de base marinho decorrente do redirecionamento e aumento da intensidade das correntes de deriva oceânica. A erosão marinha na área é um problema que se agrava por estar associado a uma ocupação desordenada e à falta de planejamento urbano realmente eficaz. Nesta “área foco” constatou-se a partir de contatos com a própria comunidade local a forte atuação dos aterros indiscriminados sobre a erradicação dos manguezais e muitos barramentos nos canais de maré. A ocupação vem sofrendo os ataques da abrasão que destrói as construções incluindo a área da marina, no local. Quando construídas, as residências, hoje afetadas pela erosão marinha, estavam acima da linha de maré alta. Atualmente encontram-se sofrendo contato direto como fluxo das águas oceânicas, estando sujeitas assim à dinâmica de sua força erosiva, constituindo uma das áreas foco de mais intensa morfodinâmica.

O sistema de linha de praia apresenta naturalmente uma intensa dinâmica geomorfológica, configurações e novos desenhos são revelados a cada variação de maré. Dependendo da tipologia assumida pela praia – dissipativa - onde a arrebentação ocorre gradativamente, tendo a energia das ondas redução seguindo a seqüência de bancos longitudinais existentes, ou – refletivas - quando a arrebentação das ondas é direta sobre a linha da água. A morfologia praial interfere intensamente sobre o equilíbrio dinâmico deste recorte, especialmente por se tratar do nível de base geral da área, que comanda todo o processo erosivo a montante, tendo repercussões em toda a faixa de areia e se estendendo até o interior continental. Assim as alterações provocadas em sua condição normal desencadeiam a instabilidade da unidade sistêmica. Essa é a principal problemática da Barra de

Catuama onde as formações superficiais da praia foram erodidas. Atualmente a preamar avança sobre a ocupação local (Foto 10).



Foto 10: Área foco 06, Barra de Catuama, avanço do mar em decorrência da mudança na geometria do estuário a partir da colmatagem e barramento dos canais de maré (Coordenadas UTM 0297224 /9150660) Altitude 02 Metros. Março, 2006.

Neste local é possível observar o quanto são frágeis as alternativas de contenção do processo erosivo ora disponíveis à população local. Na área foi constatada a falta de planejamento e técnicas adequadas à contenção do avanço do mar. A falta de implementação de medidas mitigadoras parece estar associada ao baixo valor territorial e inexpressiva atuação política da comunidade.

Quadro 02: PARÂMETROS PRAIAIS. Os pontos de observação são: 01 – Entrada da Barra de Catuama, 02 – Praia de Catuama, 03 – Limite entre as praias de Barra de Catuama e Ponta de Pedras e 04 – Praia de Ponta de Pedras. Referências de Unidades: * em segundos, ** em metros, *** por minutos e ****em cm por segundo.

PONTOS	SETUP *	RUNUP **	PERÍODO DE ONDA ***	ALTURA *	VELOCIDADE DA CORRENTE ****	ESPRAIAMENTO MÁXIMO **	LINHA DE DEIXA **
01	40	0	45	22	0.20	0	0
02	20	4.12	24	22	0.28	9.52	5.50
03	30	2.76	24	43	0.15	4.80	2.84
04	30	7.26	25	48	0.04	11.26	4.00

Na observação dos parâmetros praias, a entrada da Barra de Catuama pode ser entendida como uma praia em estado refletivo, a faixa de areia foi remobilizada, deixando a zona de estirâncio desprotegida passando a ser atacada pelo processo erosivo. São evidências deste estado um *run-up*, espraçamento máximo e linha de deixa com valores 0 (zero), em contraposição os outros pontos observados apresentam variações destes parâmetros aferidos em campo.

Devido à problemática evidenciada, a população procura como paliativo dispor do próprio material geológico que aflora no local, as Formações Maria Farinha e Gramame, para a construção de barramentos na área diretamente afetada pela erosão marinha. A falta de terrenos livres para a expansão da ocupação em Barra de Catuama, é evidenciada pelo contínuo desmonte dos morros, com a finalidade de ampliação dos terrenos disponíveis ao sopé das elevações e a retirada de material para novos aterros na área de manguezal (Foto 11). Aqui a morfodinâmica é decorrente da pressão antrópica sobre a base geomorfológica das elevações.

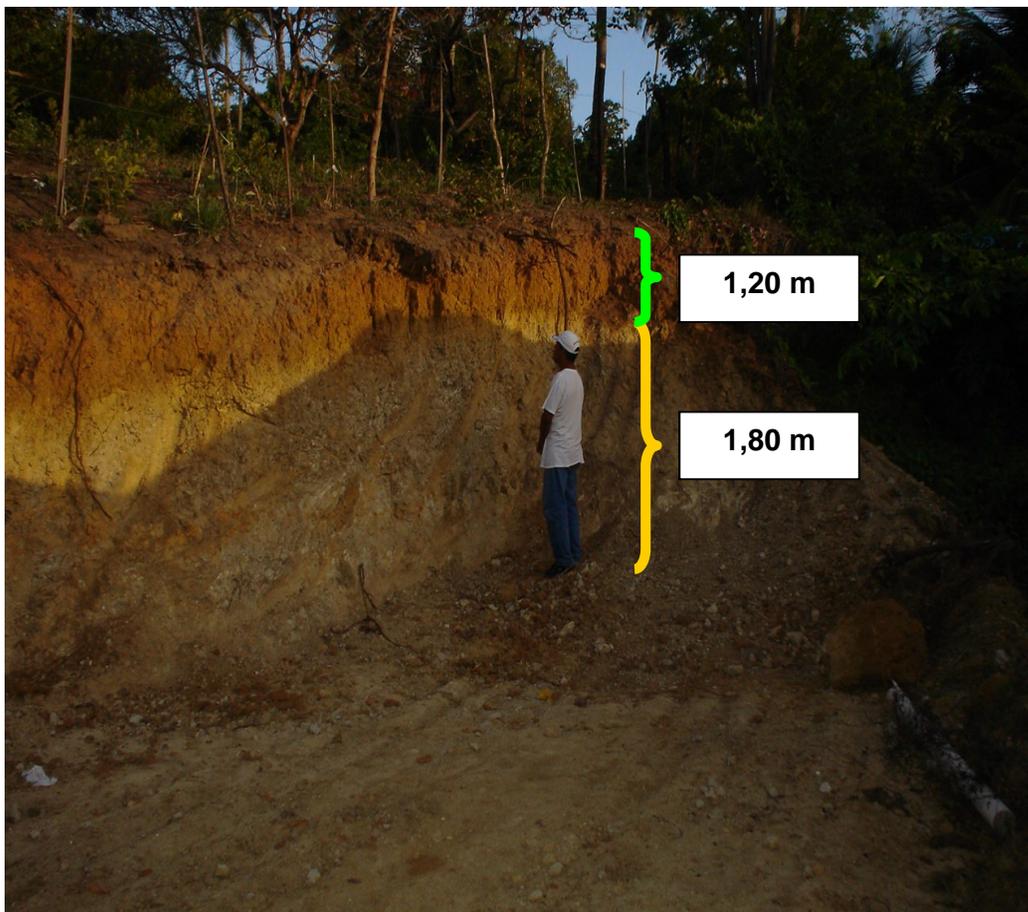


Foto 11: Área foco 07, Avanço da frente de expansão urbana sobre a área de morros em Barra de Catuama. Observa-se no corte o intemperismo na formação Maria Farinha caracterizada pelo horizonte B argiloso (Coordenadas UTM 0297410/ 9150858) Altitude 07 Metros. Março, 2006.

Ainda em decorrência da ocupação desordenada, na área 08, há construção de novas residências, abertura de loteamentos e busca por novos terrenos. A ocupação encontra-se aterrando antigas áreas de manguezais e canais de maré, dificultando mais ainda a dinâmica de fluxo e refluxo da água no geossistema estuarino local. A erosão é potencializada na medida em que a cobertura vegetal vem sendo destruída e deixa as formações superficiais à mercê das intempéries e fluxo de energia modulados pelo comportamento e intensidade das condições climáticas.



Foto 12: Área foco 08, encosta do morro do Funil em Barra de Catuama, destaca-se a degradação da cobertura vegetal, que potencializa a erosão linear através de sulcos e ravinas (Coordenadas UTM 029708/ 9151984) Altitude 20 Metros. Novembro, 2006.

Sobre as encostas da Formação Barreiras que recobre a Formação Maria Farinha ainda na localidade de Barra de Catuama destacam-se a ocorrência de intensos eventos de erosão superficial, sob a forma de sulcos e ravinas. Esses processos decorrem do escoamento superficial difuso e concentrado, sobretudo quando o solo é desprovido da vegetação. Estas formas de morfogênese superficial ao longo das encostas acabam por desenvolver dois tipos de processos erosivos: a erosão laminar ou em lençol e a erosão por sulcos. A primeira é causada por escoamento difuso das águas da chuva, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo.

Nesta área foco a morfogênese é visivelmente dominante. O fácil acesso e a degradação marcante da cobertura vegetal favoreceram uma condição possível de monitoramento dos processos superficiais.

O monitoramento realizado com aplicação da técnica dos pinos de erosão (local indicado pelas setas na foto 12), teve como resultado do primeiro mês (Figura 11) valores de 2 cm nos pinos 1 D; 1 E e 4 E. Valores de 1 cm foram encontrados nos pinos 1A, 2 A, 5 C, 2 E e 3 E . Este foi o resultado aferido para o mês de maio de 2006, cujo total pluviométrico observado na estação de Goiana, PE, foi de 119,8 mm.

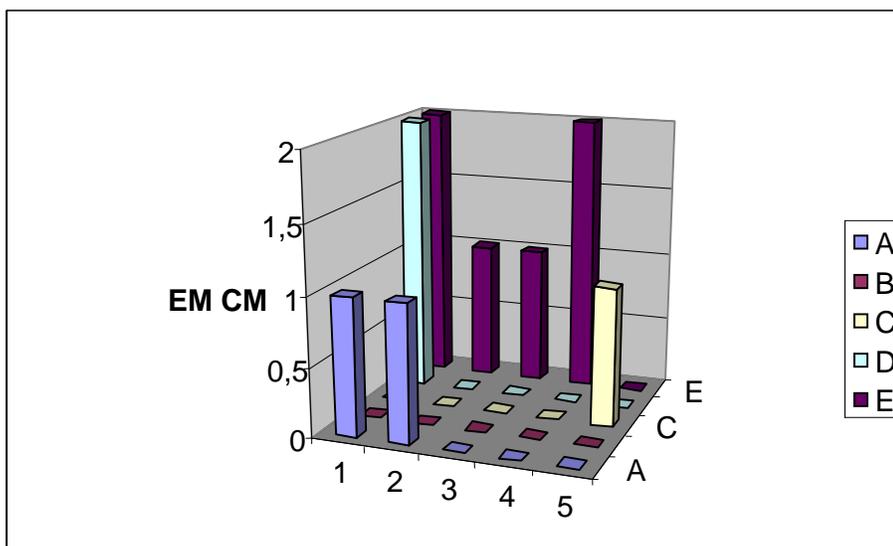


Figura 11: Resultado do monitoramento dos pinos de erosão para o mês de Maio

Na figura 12, os valores medidos indicam um aumento da remobilização das formações superficiais, com 2 cm presentes nos pinos 2 C e 3 C; 1 D; 1 E, 2 E e 5 E. Esse foi o resultado das chuvas e do escoamento superficial produzido em junho, onde o total pluviométrico, com base nas observações da estação meteorológica de Goiana, atingiu 356,5 mm.

Em junho constatou-se a ocorrência de uma concentração de atividade erosiva nas colunas A, C, D e E, com retirada de 1 cm do material superficial. A fitoestasia tem pouca eficiência nesta área, visto que o solo encontra-se sem cobertura vegetal. Este fato serviu para orientação de aplicação da técnica e monitoramento.

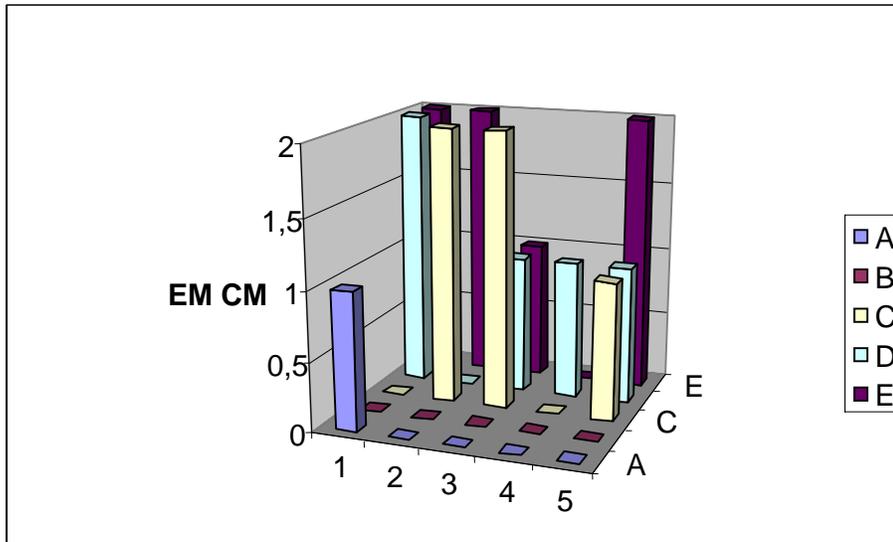


Figura 12: Resultados para o mês de Junho.

Em agosto, após as chuvas de julho, que acumularam 160 mm na estação de Goiana, os pinos 3 C; 1 D; 1 E e 2 E atingiram valores de 2 cm de erosão, demonstrando a continuidade do processo de retirada de material. Houve uma distribuição dos valores de 1 cm no quadrante observado com pinos das colunas A, B, D e E demonstrando a evolução da erosão (Figura 13).

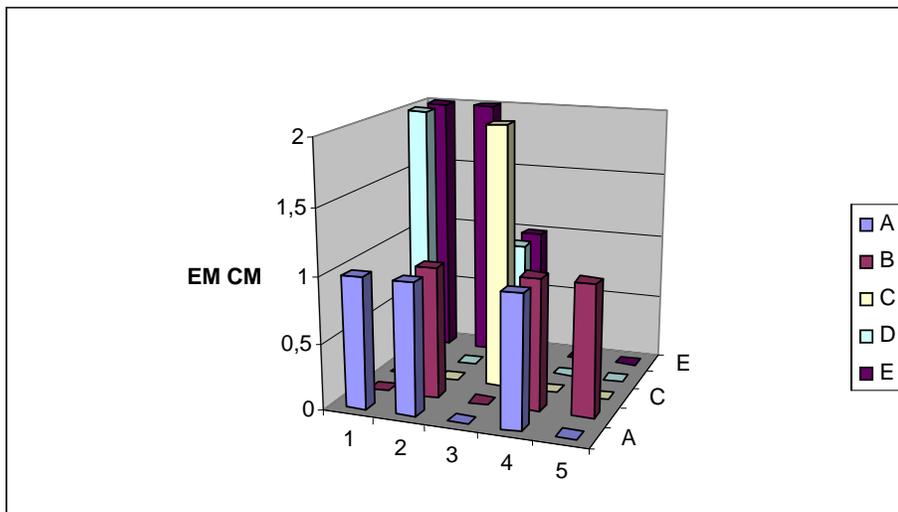


Figura 13: Valores de Julho.

Em Setembro mesmo com a discreta diminuição da intensidade pluviométrica do mês de agosto, que chegou ao acumulado de 156,2 mm, os valores mensurados de 2 cm foram mantidos. Surgiram, no entanto, novos pinos que no intervalo de 01 (um) mês tiveram sua cobertura retirada (ver na figura 14), tiveram retirado de 1cm da cobertura os pinos 1 A, 2A e 4 A; 1 B, 4 B e 5B; 1 C; 3 D e 3, caracterizando, assim, uma situação de forte instabilidade morfodinâmica.

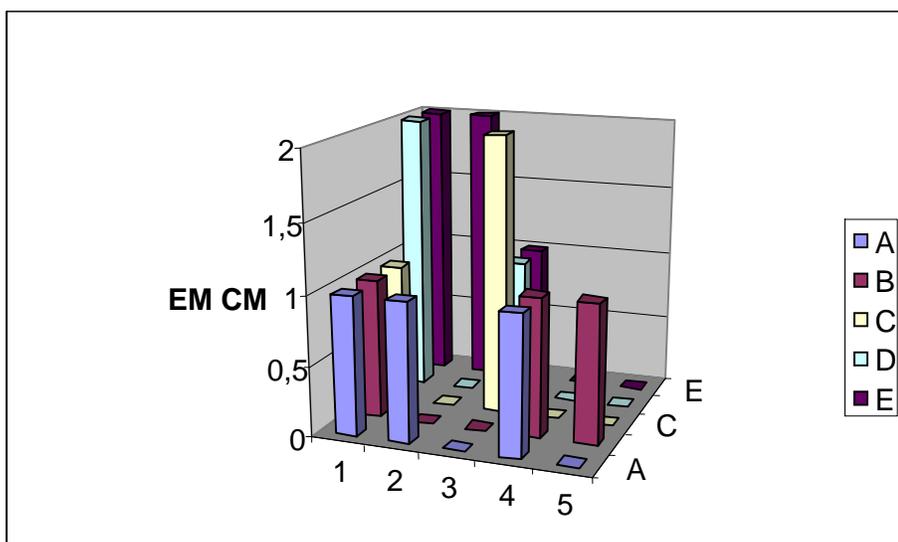


Figura 14: Valores resultantes do mês de Agosto.

No monitoramento do mês de outubro, mesmo com final da estação chuvosa na região, havendo sido registrado 83,2 mm de chuva acumulada, 05 (cinco) pinos do experimento mantiveram o maior valor registrado de erosão de todo o período de acompanhamento da área, demonstrando atividade em localizações diferentes das anteriores, nas posições 5 A e 5 D. O pino 2 E manteve-se ativo, ao contrário dos 1 D e 1 E que apresentaram valor 0 (zero) em decorrência do seu soterramento. Estes pinos (1 D e 1 E) acabaram recebendo material da área fonte, nas proximidades do experimento, que encontra-se em nível altimétrico mais elevado na encosta, oferecendo material novo para a erosão. Neste marco, a saída de sedimentos foi substituída pelo acúmulo (Figura 15). Ocorre assim uma atenuação no aprofundamento do sulco e um retardamento na evolução da incisão linear. Caso essa situação perdure é possível que estes sulcos sejam preenchidos por completo, ficando à espera de um novo evento pluviométrico, que forneça fluxo de água com energia suficiente para a retomada da morfodinâmica.

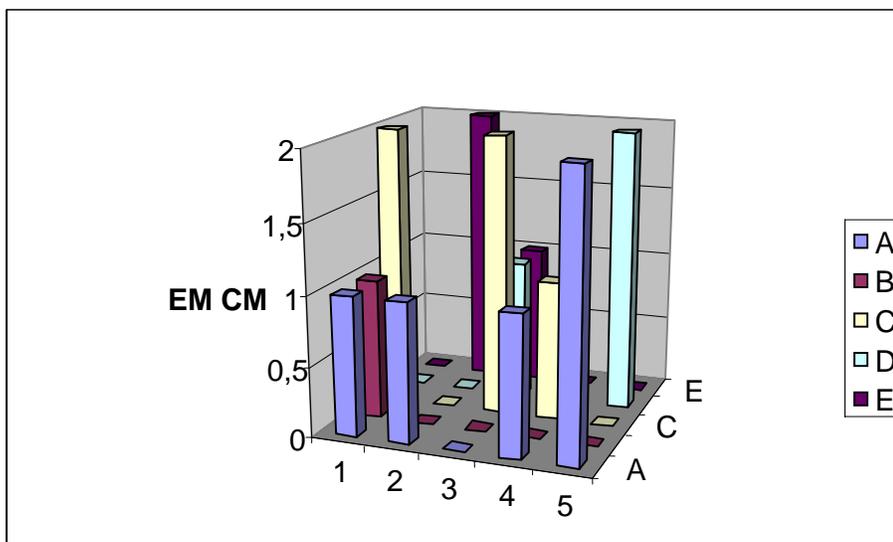


Figura 15: Resultados de Setembro.

Novembro o sexto e último mês do monitoramento para o presente trabalho, revela as observações coletadas em outubro, sob atuação das menores precipitações médias da região, com total observado de apenas 21 mm. No entanto, mesmo posteriormente ao mês menos chuvoso situações com perda de 2 cm ainda foram mantidas nos pinos 4 A; 2 B e 4 B, persistindo a perda de material, com a ocorrência de valores de erosão de 1 cm nos pinos 1 A; 5 C; 1 D e 4 D (Figura 16). Com base neste monitoramento foi possível perceber que ocorre de fato morfodiâmica ativa na encosta, ora com marcadores sendo recobertos por sedimentos, ora com sua cobertura sendo carreada pela erosão pluvial.

Como em outras áreas da costa brasileira, é repetido em Barra de Catuama o uso e ocupação impulsionados pelo mercado imobiliário, que em busca de novas áreas com beleza cênica ainda conservada, acaba por sua vez num consumo desregrado dessa paisagem aprazível provocando o desequilíbrio ambiental.

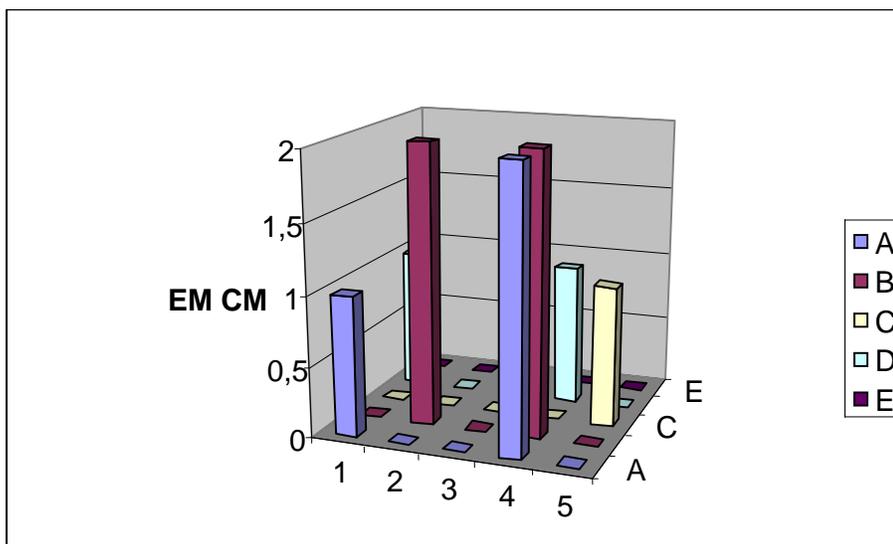


Figura 16: Valores derivados de Outubro.

São vulneráveis a este processo morfogenético, especialmente os Argissolos e Latossolos Vermelho-amarelos ocorrentes na área. A erosão por sulcos é causada por concentração das linhas de fluxo das águas do escoamento superficial, resultando em incisões na superfície do terreno que acabam evoluindo para ravinas devido ao escavamento produzido pelo escoamento nas encostas íngremes do morro do Funil.

Com a retirada e destruição da cobertura vegetal a erosão se instala e avança gradativamente. Com as escavações produzidas pelas máquinas na abertura de estradas e lotes de ocupação, o gradiente de inclinação da encosta é alterado e a forte declividade do terreno é ainda mais acentuada. A partir da produção de taludes artificiais com ângulos proeminentes surgem novos *knick-points* e níveis de base locais, sob condições temporárias e artificiais. A seqüência original de inflexão na encosta é quebrada, se altera assim todo um equilíbrio anteriormente atingido, com o escoamento superficial potencializado e o solo desnudo, prosseguindo então a dissecação do resto de tabuleiro. A maior parte do material de superfície já foi retirada, ocorrendo neste sítio o afloramento da frente de intemperismo da formação Maria Farinha, tendo a Formação Barreiras restado em menor quantidade no topo do tabuleiro. As encostas com esse processo instalado acabam por servir como áreas fontes do material depositado no estuário e áreas de manguezal. Atingindo o nível de base controlador da erosão, a mesma cessa, e então a sedimentação prevalece. Os manguezais enquanto sistemas sofrem, respondendo com uma visível e intensa degradação ambiental (Foto 13).



Foto 13: Área foco 09, encosta e manguezal em Barra de Catuama, destacam-se a degradação da cobertura vegetal, e intenso processo de sedimentação com o material proveniente das formações superficiais (Coordenadas UTM 0297660/ 9152069) Altitude 7 Metros. Novembro, 2006.

Dos sulcos e ravinas observados, os aprofundamentos encontram-se com valores que variam de 30 cm a 1 m. Estes se encontram dispostos paralelamente nas encostas do morro do Funil e nas estradas abertas no local, evidenciando a quebra da estabilidade morfodinâmica e conseqüentemente a remobilização do material superficial em direção ao fundo do complexo estuarino. A área do manguezal sofre intenso processo de colmatagem como se pode observar na foto anterior. Esse processo erosivo recebe o reforço da ocupação do próprio manguezal, sobretudo a partir da implementação de novos aterros que disponibilizam material para sedimentação no fundo do estuário. Para o equilíbrio

morfodinâmico em áreas costeiras os manguezais e os estuários assumem o papel de zona de espraiamento do fluxo da maré alta, amortecendo a intensidade da corrente oceânica e servindo de proteção frente aos processos erosivos possíveis.

O complexo hídrico quando do contato entre os fluxos e cunha de águas com naturezas físico-químicas diferentes tem a função hidráulica de um amortecedor - o ambiente marinho é controlado pelo fluvial. Quando o segundo perde força, em função das alterações no sistema a sua montante, barramentos, retenção da água que deveria fluir livremente nos rios e alimentar esse complexo de transição, a energia do primeiro é liberada sobre os geossistemas locais produzindo assim a quebra de sua estabilidade morfodinâmica.

Mesmo tendo o equilíbrio dos sistemas uma auto-regulação, seus mecanismos necessitam de tempo para que ocorra um ajuste entre processos e formas. Na área estudada o uso e ocupação do solo parecem favorecer uma persistente instabilidade, que no caso e perspectiva de abordagem adotada eleva o nível de fragilidade do ambiente.

2. 2 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MODELO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

Aplicado o modelo de índice para fragilidade potencial natural com apoio nas classes de declividade conforme SPÖRL & ROSS (2004), as variações em 09 (nove) áreas focos na área estuarina de Itapessoca estão presentes no quadro seguinte:.

Quadro 03: FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA ESTUARINA DE ITAPESSOCA

Áreas Foco	Declividade	Solo	Vegetal	Pluviometria	Índice	Grau e Categoria
01	Média 03	Muito Forte 05	Nulo 05	Forte 04	3554	Média - Instável
02	Média 03	Muito Forte 05	Nulo 05	Forte 04	3554	Média - Instável
03	Muito Fraca 01	Muito Forte 05	Nulo 05	Forte 04	1554	Muito Fraca - Instável
04	Fraca 02	Muito Forte 05	Nulo 05	Forte 04	2554	Fraca - Instável
05	Média 03	Muito forte 05	Nulo 05	Forte 04	3554	Média - Instável
06	Muito Fraca 01	Muito Forte 05	Nulo 05	Forte 04	1554	Muito Fraca - Instável
07	Forte 04	Forte 04	Nulo 05	Forte 04	4454	Forte - Instável
08	Média 03	Forte 04	Moderado 03	Forte 04	3434	Média - Instável
09	Fraca 02	Forte 04	Moderado 03	Forte 04	2434	Fraca - Instável

De uma forma geral o quadro de fragilidade ambiental revela uma variação restrita aos graus fracos e médios seguindo a condição da declividade do terreno, todavia considerando os outros atributos em análise (solo, cobertura vegetal e pluviosidade) a categoria instável é presente em todos os casos (Figura 17).

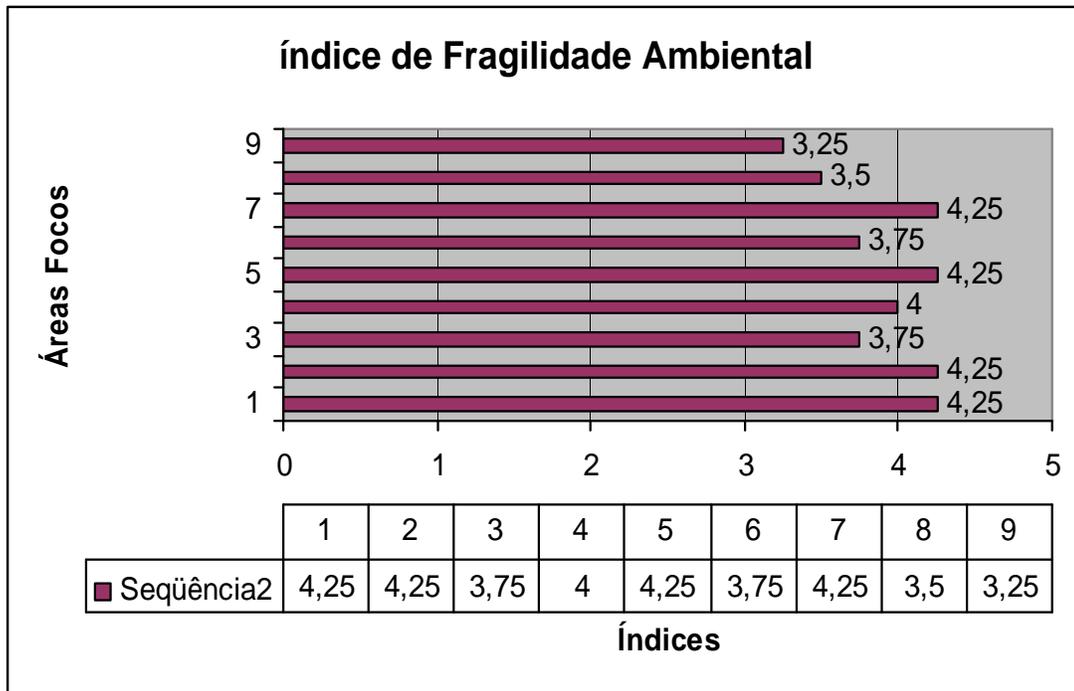


Figura 17: Representação gráfica do resultado para o índice de fragilidade ambiental segundo SPÖRL & ROSS (2004).

Como resultado do índice de fragilidade estão em destaque às áreas 01, 02, 05, e 07, estas apresentam os percentuais mais elevados, sendo o índice referente a valores médios, com categoria instável. Estas áreas se encontram em fisionomias homogêneas de encostas e apresentam os percentuais de declividades mais acentuados do sistema estuarino. Junto a essa condição pode ser atrelado o fato de que também sofrem as mais agressivas intervenções nas modalidades de uso e ocupação do solo, pois são áreas de avanço de moradias e exploração mineral.

03. MAPEAMENTO MORFODINÂMICO DE DETALHE

Para a abordagem espacial de uma realidade concreta, traduzida na busca pela compreensão do conjunto dos processos e fenômenos presentes em sua constituição a representação através do mapeamento morfodinâmico se torna recurso valioso na realização de novas pesquisas. Nesta aplicação, a noção de escala implica num exercício que visa traduzir esta realidade com o maior nível de detalhamento possível.

Mapear os eventos geomorfológicos requer esforços no sentido de evitar equívocos em sua execução, o que repercute diretamente nos resultados obtidos. Escalas generalistas acabam mascarando a realidade e podem apontar compartimentos inexistentes na paisagem observada, surge assim uma leitura facilmente errônea da compartimentação geomorfológica. Portanto, foi buscando oferecer um produto mais realista, que no presente trabalho se adotou o caráter de detalhe para a representação proposta.

Para a realização do mapeamento morfodinâmico, em escala de detalhe, das 09 (Nove) áreas foco, 03 (Três) delas serviram de objeto para aplicação dessa técnica. Os resultados das representações, sínteses de suas condições superficiais, estão apresentadas neste capítulo.

Do índice gerado para a fragilidade ambiental, apresentado no capítulo anterior, correspondem as áreas foco 01, 08 e 09. Estas foram escolhidas em função dos graus e categorias de fragilidade. Foram adotadas também as diferenciações geossistêmicas e de intensidade da ocupação espacial.

Como contexto geral da área estuarina estudada, os maiores níveis de instabilidade estão associados aos casos de maior degradação da cobertura vegetal, onde o solo desnudo com a ocorrência de fortes chuvas sofre atuação de processos erosivos potencializados. Surgem então eventos erosivos laminares, difusos e lineares. Estes últimos geram sulcos e ravinas presentes nas áreas de maior declividade e provocam a remobilização das formações superficiais. Ocorre ainda intensa sedimentação nas áreas de menor valor altimétrico e declividade atenuada.

Respectivamente as áreas escolhidas correspondem aos seguintes contextos geomorfológicos: a primeira área corresponde a um campo de dunas que possui um índice maior de instabilidade (Fragilidade 3554 / média – instável) atingindo o nível acentuado, conforme os parâmetros adotados; a segunda área trata-se de uma encosta, nesta, podem ser identificados níveis moderados e atenuados (Fragilidade 3434 / média – instável) e é evidenciado relativo controle morfogênico exercido pela vegetação ainda presente. Este cenário acaba sendo repetido para a terceira área de mapeamento, porém, nesta a sedimentação e degradação do manguezal é fortemente observada (Fragilidade 2434 / fraca – instável). A escolha por estas duas outras áreas foi realizada pelo fato de a da primeira representar um dos sítios de maior probabilidade de ocorrência morfodinâmica, como área fonte de matérias e a segunda como receptora, elementos que configuram um destaque exemplificado pela referência de TRICART (1968). Esta serve como síntese da problemática estudada estando inserida no contexto das relações existentes entre a pedogênese e a morfogênese.

Os isovalores representados graficamente em sua distribuição nas áreas de mapeamento resultaram dos parâmetros dos intervalos de classes adaptados de TRICART (1977), foram assim considerados: estabilidade (1.00 – 1.99); instabilidade

atenuada (2.00 – 2.99); instabilidade moderada (3.00 – 3.99); atingindo a classe de valor 4.00 se considerou de instabilidade acentuada.

3.1 MAPEAMENTO (01)

A primeira área, o campo de dunas, encontra-se localizada sobre os terraços da margem esquerda do rio Arataca, fisionomia que segue até a foz deste rio, compondo a planície de maré sobre a qual se ergue o povoado de Atapuz. Em relação ao seu uso e ocupação trata-se de uma área de mineração abandonada com uma anterior extração de areia, onde a vegetação da antiga mata de restinga e parte do manguezal foi destruída, restando apenas uma cobertura de baixa densidade, composta por gramíneas, que pouco pode contribuir para o equilíbrio frente ao balanço pedogênese-morfogênese. Ainda no limite com o rio, em parte de sua margem, surge um manguezal, remanescente e degradado, entre o nível máximo de espraiamento da maré alta e o terreno permanentemente seco.

De uma forma geral o terreno se apresenta relativamente plano, tendo como variação uma leve inclinação em direção ao leito do rio. Os valores de altimetria retratam os baixos patamares dos terraços costeiros neógenos, correspondente ao modelado de transição do Pleistoceno para o Holoceno, sendo que o patamar mais recente (terraço holocênico) domina a paisagem.

As variações altimétricas obtidas foram de 0.5 a 13 metros, sendo predominantes os níveis inferiores a 10 metros (Figuras 18 e 19). As cotas mais elevadas dizem respeito não a dunas naturais mais sim a montes de areia que foram removidos por máquinas e posteriormente abandonados com o término da

exploração da areia. A pouca vegetação herbácea existente, acabou por colonizar alguns desses montículos que atingem de 12 a 13 metros de altura e 2 a 3 de largura por 10 metros de comprimento longitudinal.

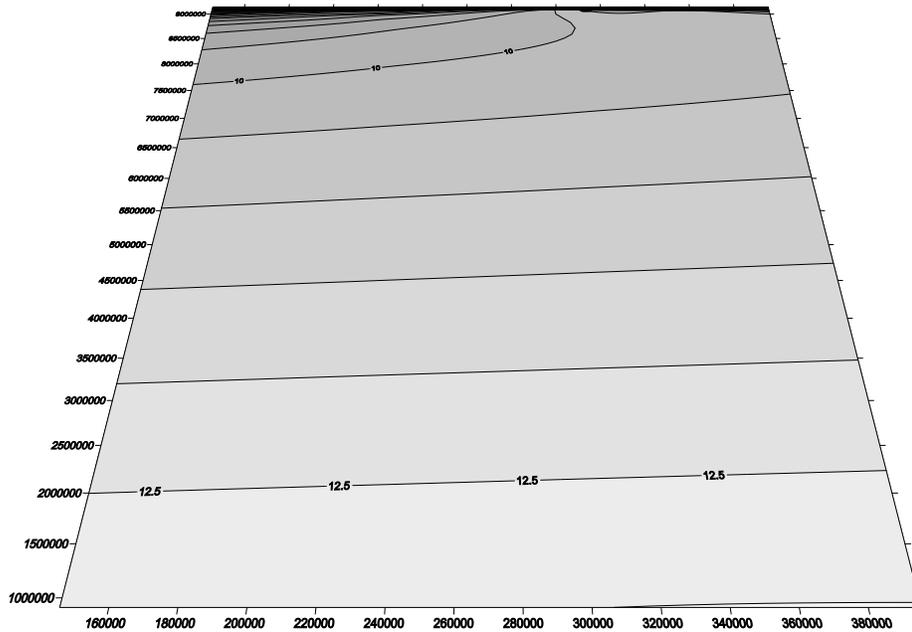


Figura 18: Representação altimétrica da área foco 01.

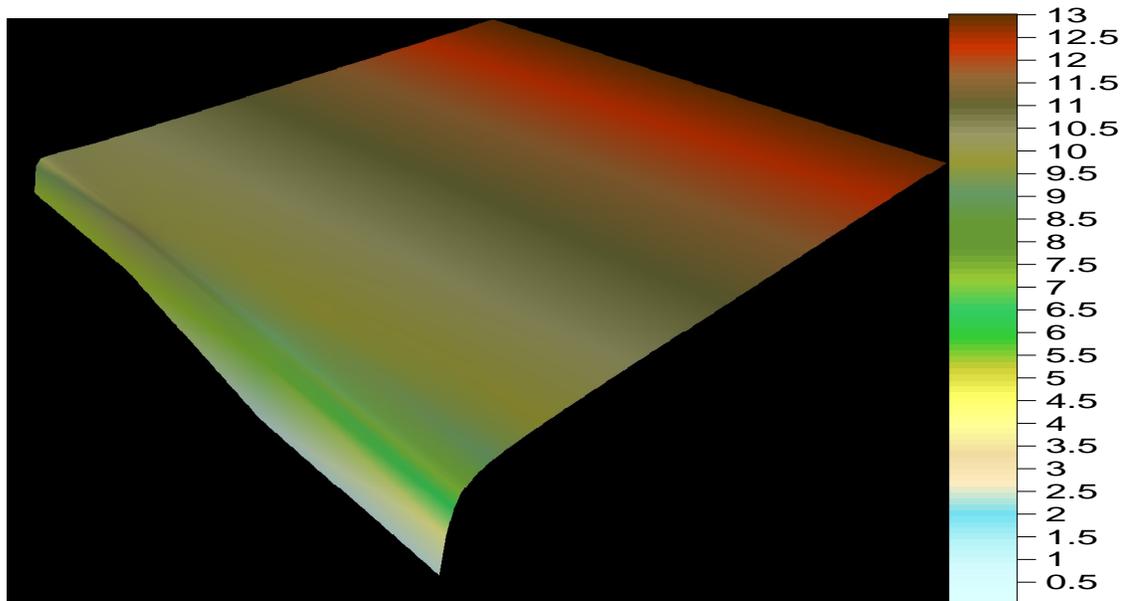


Figura 19: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 01.

Quanto à estrutura superficial da paisagem, se encontra nesta área uma cobertura quartizarênica recobrimdo a frente de intemperismo da Formação Maria Farinha, formando terraços flúvio-marinhos que limitam na porção oeste o canal de Santa Cruz e sua planície de maré em Atapuz. Estes terraços margeiam e são cortados pelos meandros dos rios Arataca, Botafogo e Sirigi, todos tributários do estuário do Itapessoca. Superficialmente ocorrem ravinas e uma pequena lagoa proveniente do acúmulo da água pluvial que após haver infiltrado e percolado através da formação superficial arenosa, ao atingir a camada impermeável subjacente acaba por fluir lateralmente originando o acúmulo local (Figura 20).

Em relação à estabilidade da morfogênese nos índices são destaques os valores 1.45 e 3.95, esta situação expressa a quebra do nível estável, predominando a instabilidade atenuada n intervalo de classe 2.00, o topo da barra de variações o intervalo 3.00 – 3.9 corresponde ao nível moderado de instabilidade, essa variações denotam que nesta área foco prevalece a morfogênese sobre a pedogênese.

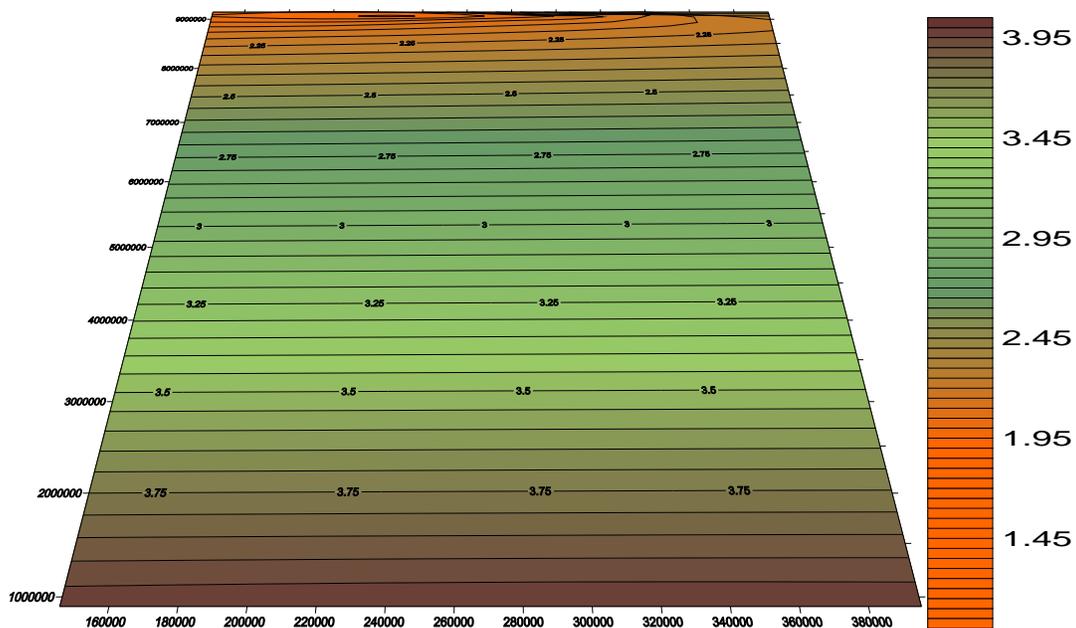


Figura 20: Isovalores derivados da estrutura da paisagem, área 01, o índice com valor 02 revela uma predominância de instabilidade atenuada.

Como estrutura da paisagem os elementos apresentados nesta área focos favorecem a quebra da estabilidade morfodinâmica. Ambientalmente o cenário observado é de degradação marcante, com a retirada da cobertura vegetal e extração do material de superfície, gerando um ambiente favorável a uma dinâmica geomorfológica marcante e de difícil controle. É necessário o estabelecimento de projetos de orientação adequada sobre os usos locais, sendo extremamente necessária à efetivação da recuperação deste trecho do estuário.

Na dinâmica superficial a drenagem que obedece a inclinação do terreno acabou gerando processos difusos e laminares nas porções mais altas, em sua evolução surgem sulcos marcados entre os montes e montículos de areia, estes por sua vez seguem originando ravinas que acabam deixando amostra parte da Formação Maria Farinha (Figura 21).

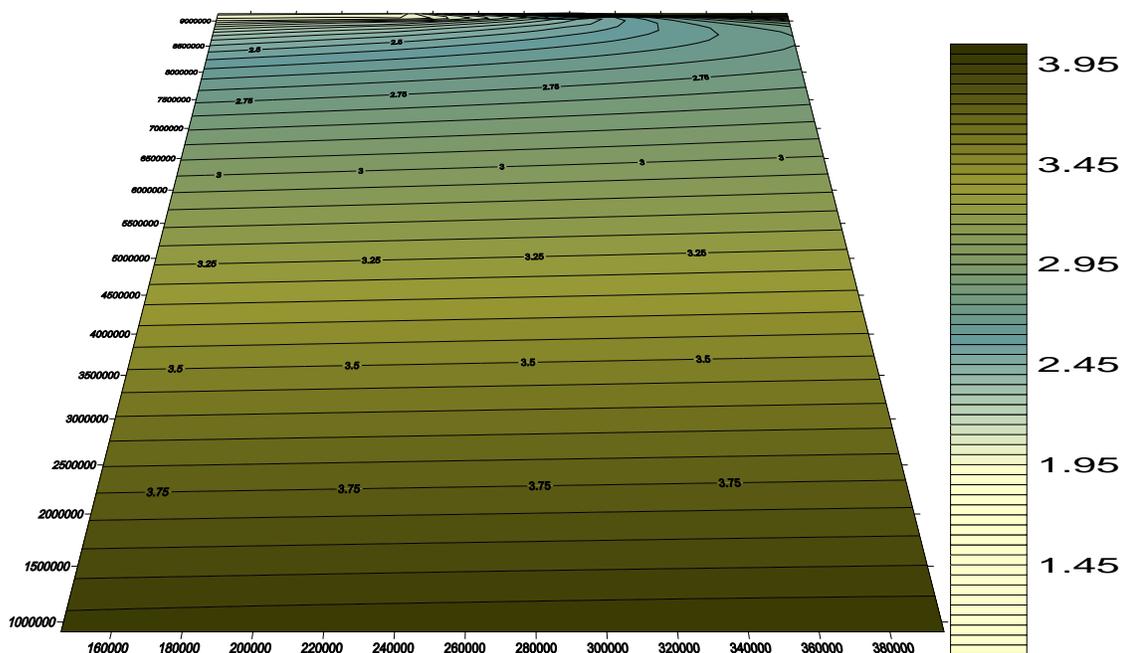


Figura 21: Isovalores produzidos a partir da dinâmica superficial, área 01, a variação do índice indica instabilidade atenuada.

As formações superficiais foram remobilizadas pela ação antrópica que implementou o uso da mineração no local. A dinâmica observada torna-se marcante nesta área abandonada, onde a cobertura vegetal não oferece proteção ao terreno. Sobre os valores e níveis observados verificou-se que a quebra da estabilidade evolui para instabilidade acentuada, confirmando assim a retomada acentuada da morfogênese.

Da vegetação existente no local ocorrem em destaque restos dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo. Do primeiro, é possível observar a maior porção da cobertura ainda presente, as gramíneas dominam a paisagem colonizando os montes de areia remobilizados. Os arbustos são poucos e bastante espaçados, representantes de uma antiga mata de restinga que foi desmatada. Junto ao contato com o manguezal surgem alguns elementos arbóreos, essencialmente introduzidos no antigo domínio da mata Atlântica (Figura 22). A vegetação que resta é pobre e muito aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade de espécies, oferecendo assim pouca manutenção do equilíbrio superficial para o sistema geomorfológico.

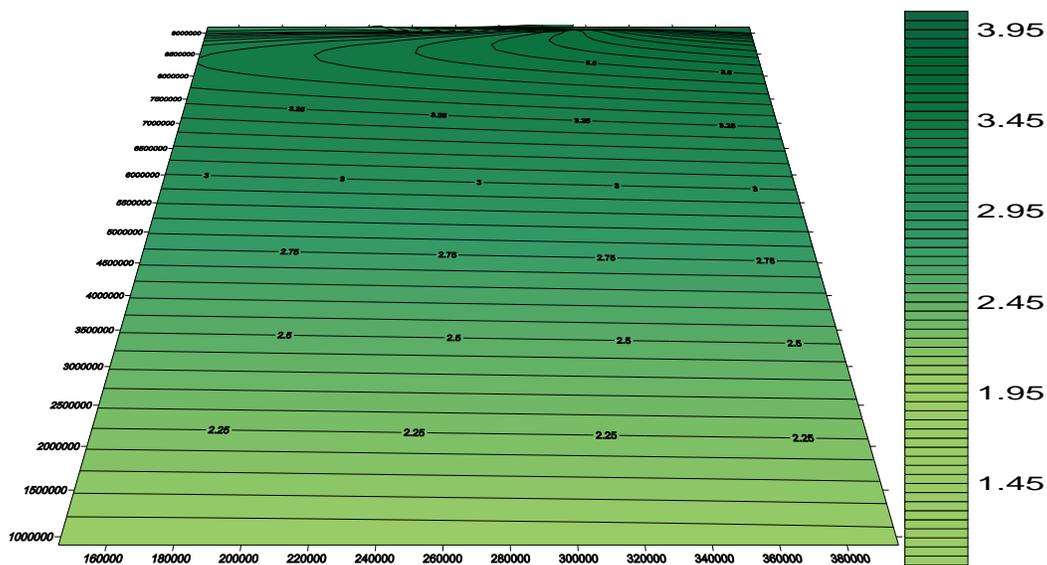


Figura 22: Isovalores produzidos a partir da cobertura vegetal, área 01, com a estabilidade rompida toma presença à instabilidade.

Refletindo a destruição e desmatamentos ocorridos, os índices gerados apresentam variações demonstrativas da condição de estabilidade que depois de rompida desencadeia níveis de instabilidade atenuada e moderada (Figura 23).

A forma de uso e ocupação do solo marcante na área foi a mineração de areia. Esta se tornou a grande responsável pela degradação e desencadeamento da morfodinâmica local. Nas proximidades do manguezal ocorrem estreitos caminhos abertos na vegetação que servem para a penetração na área e realização da coleta de crustáceos. Nesta localidade o manguezal continua sendo desmatado e sua madeira vem sendo aproveitada como lenha e material de construção.

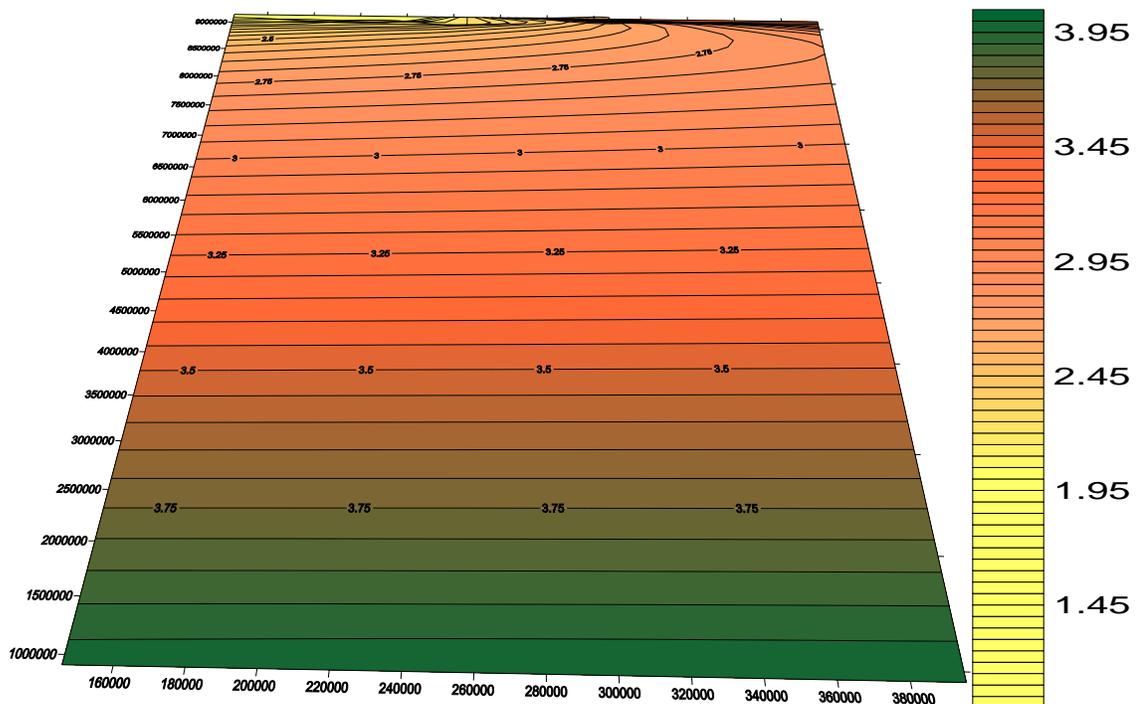


Figura 23: Isovalores produzidos a partir do uso e ocupação do solo, área 01, também indica ocorrência de instabilidade.

Como somatório dos parâmetros adotados para esta primeira área foco, os resultados confirmam a predominância da instabilidade sobre a manutenção da

estabilidade (Figura 24). Deste somatório foram encontrados desde o valor inicial, que marca a estabilidade, até a indicação máxima de instabilidade. É destaque a ocorrência da instabilidade nos graus de manifestação atenuada e moderada, predominantemente. É confirmado assim o domínio da morfogênese sobre a pedogênese.

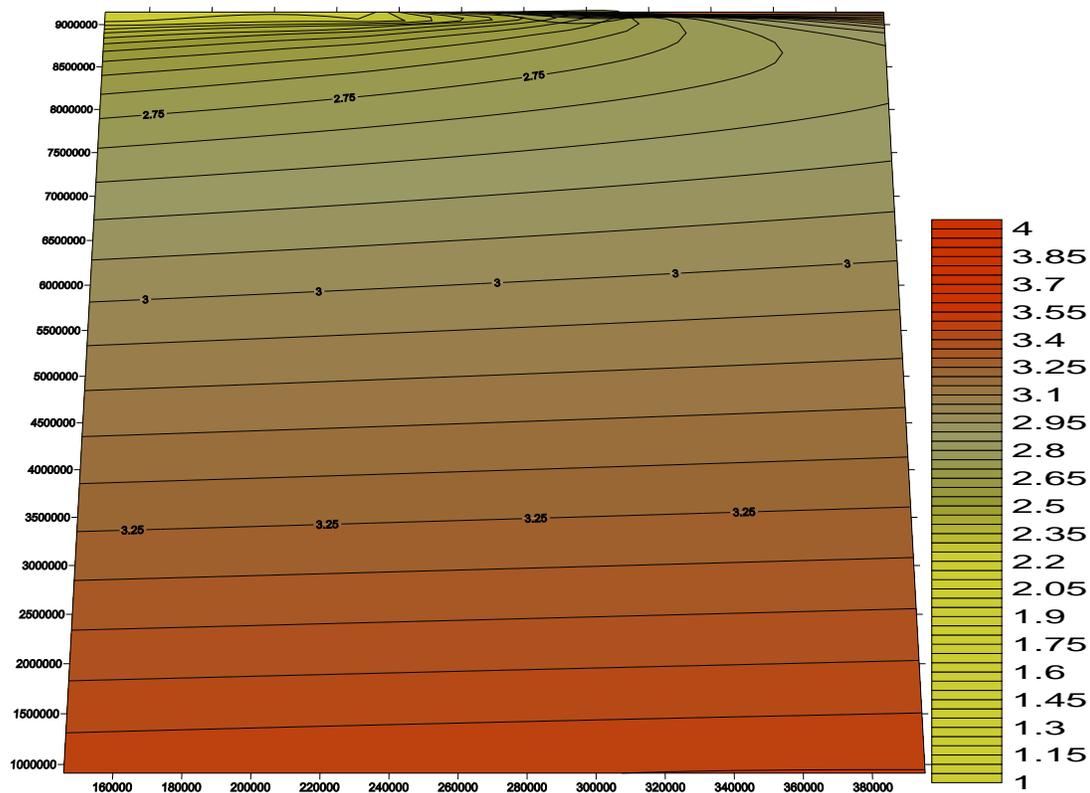


Figura 24: Somatório dos isovalores representativos dos parâmetros morfodinâmicos da área foco 01, todos os valores estão presentes, porém a ocorrência de instabilidade predomina com a confirmação do grau atenuado.

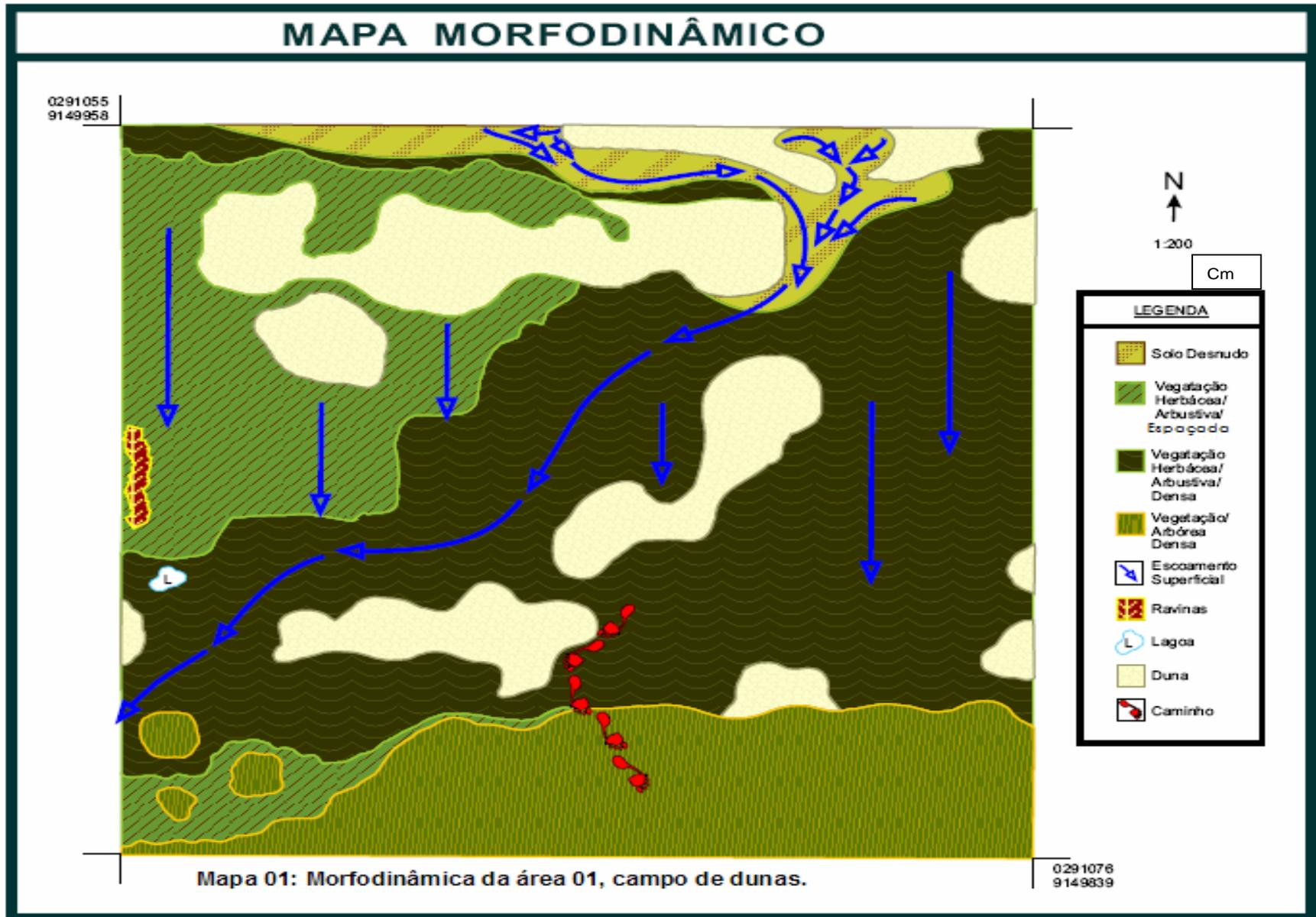
Como alternativa de representação de síntese integrada o mapa morfodinâmico, produzido em grande escala, proporciona um detalhamento da área de estudo. Na aplicação do conteúdo geomorfológico para a análise ambiental o mapeamento serve como ferramenta que privilegia a visualização do trabalho de diagnóstico realizado. O mapa 01, a seguir, representa as condições observadas

nesta primeira área foco de análise. Esta se trata de um antigo campo de dunas que pós-mineração foi abandonado, sofrendo assim os efeitos da atuação dos agentes exógenos, representados essencialmente pelas fortes chuvas de outono-inverno, que transferem energia do sistema atmosférico para o geomorfológico.

Como destaque relacionado aos parâmetros de análise adotados, enfatiza-se o direcionamento do fluxo superficial de sentido norte-sul que indo de encontro ao rio Arataca cessa sua atividade erosiva depositando o material remobilizado no leito deste rio. Em decorrência dessa orientação superficial do fluxo erosivo, surge na porção oeste desta área foco uma ravina, o que torna claro a evolução do processo erosivo de laminar para linear, conferindo ao local um grau acentuado de instabilidade morfodinâmica.

Sobre a cobertura vegetal fica clara a distinção entre as condições de maior e menor densidade, além do trecho de solo desnudo onde esta foi retirada totalmente. Há uma predominância dos estratos herbáceo e arbustivo em maior densidade. Esta situação acaba revelando uma capacidade regenerativa dessa cobertura com a paralisação das atividades exploratórias.

As dunas encontradas, na área, apresentam uma morfologia residual altamente controlada pela intervenção humana quando ainda do uso de exploração do areal. Não foram encontradas na área evidências bem preservadas de uma fase mais ativa da morfogênese eólica que permitissem reconstruir o cenário morfológico antes do advento da mineração. As formas dunares reliquiais estão dispersas aleatoriamente compondo uma paisagem degradada e assumindo a fisionomia de montes e montículos de areia.



3.2 MAPEAMENTO (02)

Nas encostas do Morro do Funil em Barra de Catuama foi escolhida a segunda área de amostragem para a aplicação da técnica de mapeamento já referida anteriormente. Diferente da área anterior esta serve como reserva para novos loteamentos destinados a ampliação e expansão de moradias residenciais e de veraneio. Essa teve sua escolha definida devido à forte pressão antrópica recebida e já ao desencadeamento de processos erosivos marcantes. Localizada a sotavento da linha de costa esta área foco fica resguardada da influência marinha direta, pois se encontra voltada para a porção interior, oeste no estuário considerado, compondo o sistema das cabeceiras de drenagem em anfiteatros com maiores níveis de terraços da circunvizinhança.

Quanto aos valores altimétricos (Figuras 25 e 26) as variações são estabelecidas entre os níveis de 16.5 a 26 metros, ocorrendo a predominância de declividade média estabelecida entre 12 a 20%. Esta variação se expressa pela suave inflexão do ângulo de encosta, com exceção dos valores acentuados na sua porção superior, devido ao corte de um talude para o estabelecimento de uma estrada local que acompanha a encosta, servindo de acesso ao topo da elevação.

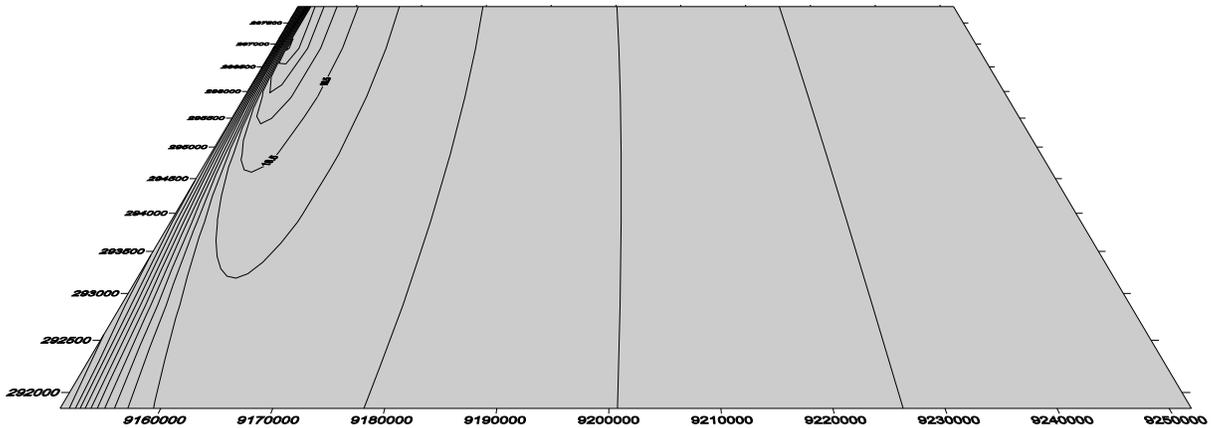


Figura 25: Representação altimétrica da área foco 02.

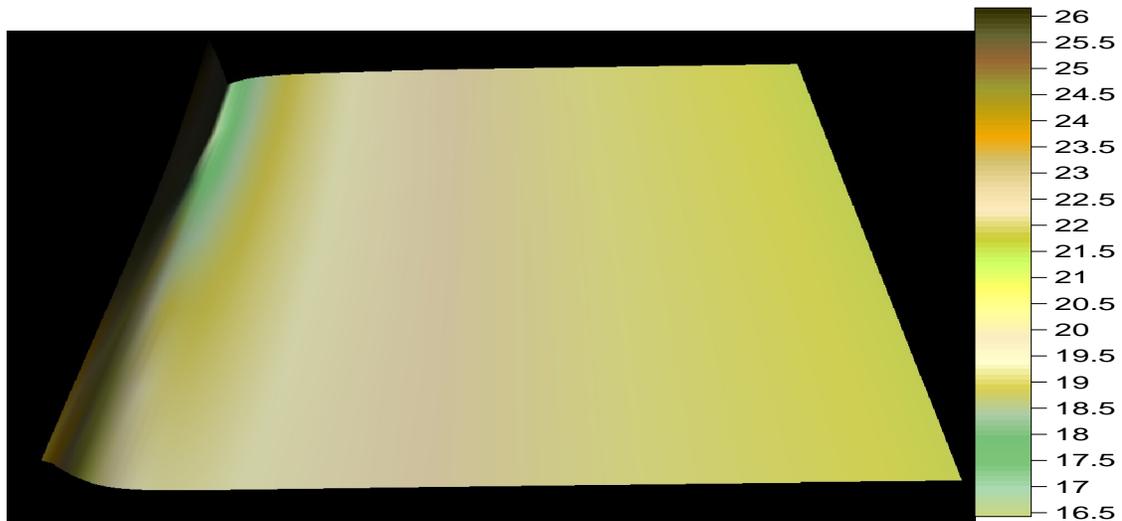


Figura 26: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 02.

Na estrutura da paisagem desta área destaca-se a exposição da frente de intemperismo da Formação Maria Farinha, que deveria encontrar-se originalmente sob o capeamento da Formação Barreiras. Esta última tendo sido retirada da superfície devido aos processos erosivos prevalentes nesta porção da encosta, ocorrendo unicamente restos desse material sobre a superfície. Seguindo a toposequência observada neste setor esse material intempérico aumenta de espessura do topo à base da encosta. Estão presentes ainda materiais de natureza

argilosa e, em outros trechos, os materiais de textura arenosa predominam na paisagem. Ao longo do perfil de intemperismo ocorre a presença de mosqueamento, o que é evidência de migração e concentração ferruginosa. Ainda ocorrem na superfície ou próximo a esta, acúmulo de petro-plintita, denotando a ocorrência pretérita de concentração pedogenética de óxidos e hidróxidos de ferro em forma de concreções.

Marcando a paisagem, surgem nesta encosta sulcos sucessivos, de diversos comprimentos e de morfologia retilínea. Essas incisões no terreno foram produzidas inicialmente por máquinas escavadeiras, estes, no entanto tiveram sua dinâmica incrementada, ganhando dimensão de ravinas. Neste contexto, a fragilidade moderada transitou para o grau de instabilidade.

Nos índices produzidos de acordo com a estrutura da paisagem há uma predominância da estabilidade, no entanto, esta foi quebrada em diversos setores oferecendo a possibilidade de ocorrência da instabilidade atenuada e moderada através das classes 2.00 e 3.00 (Figura 27).

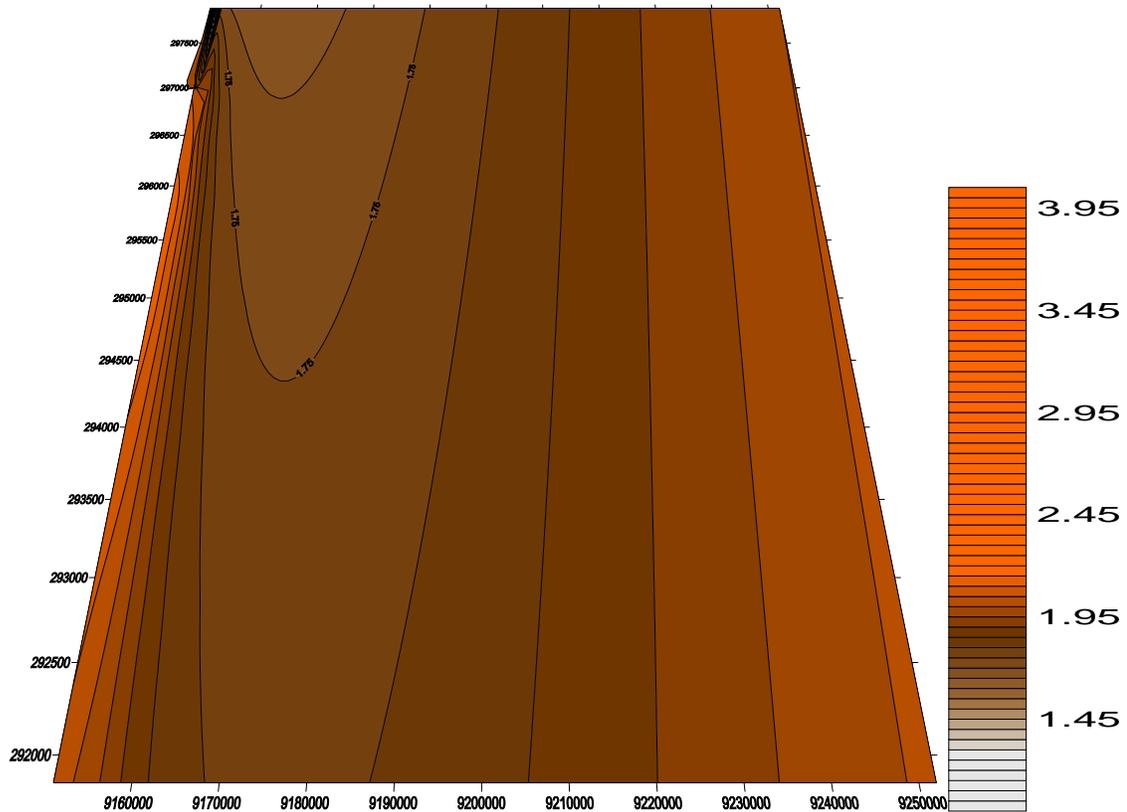


Figura 27: Isovalores derivados da estrutura da paisagem, área 02, a quebra da estabilidade é revelada com o registro de variação do índice 01 que aumenta para o valor 02.

Quanto à dinâmica superficial, nesta área foco, os processos marcantes são representados pelo caráter linear de sulcos e ravinas orientadas seguindo a linha de maior declividade da encosta, remobilizando o material de superfície. Na base do ponto de inflexão o material transportado é depositado, cessando assim a erosão e iniciando uma deposição que obedece a existência deste pequeno nível de base local (Figura 28).

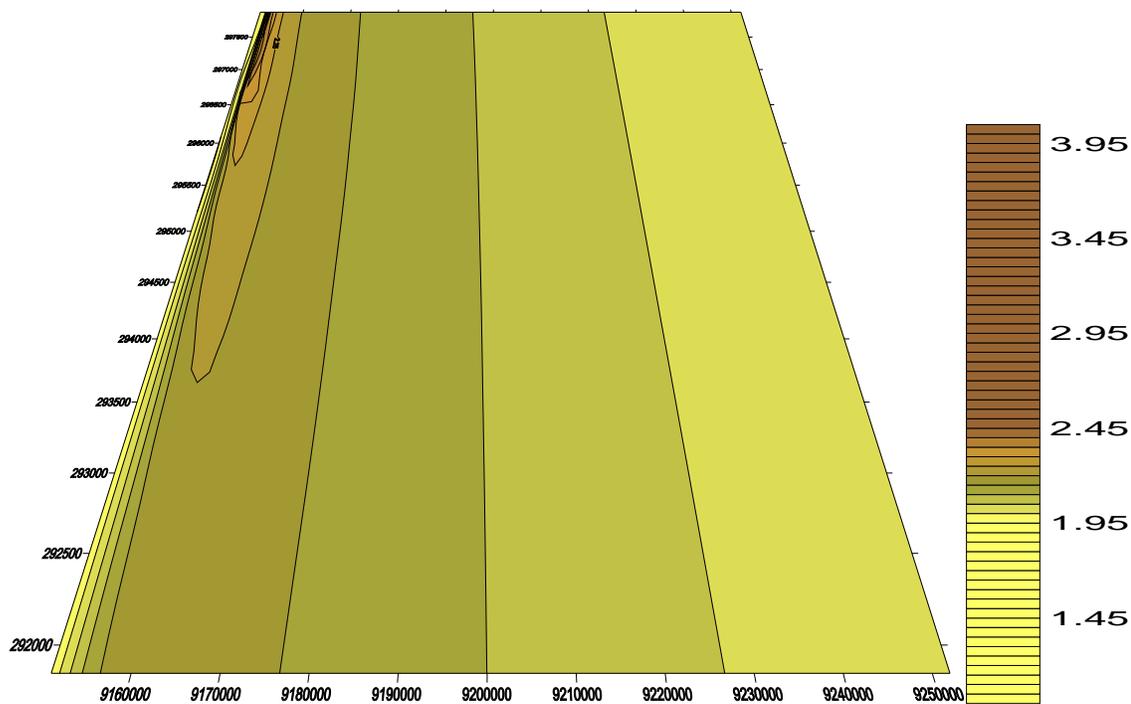


Figura 28: Isovalores derivados da dinâmica superficial, área 02, correspondendo à instabilidade atenuada.

Os isovalores denotam ao nível marcante da classe 1.00 da estabilidade, no entanto, há um desdobramento para instabilidade atenuada, chegando até a classe 3.00 de instabilidade moderada. Na área do segundo ponto de inflexão da encosta, em sua porção sul, ocorrem com destaque os graus de instabilidade moderada e acentuada. Essa dinâmica superficial se deve ao escoamento superficial e impacto das gotas de chuva sobre o solo desnudo, do qual a cobertura vegetal original foi quase integralmente removida.

A cobertura vegetal primária da região era a de Mata Atlântica, caracterizada pela variedade de espécies, com destaque para as latifoliadas, perenifólias, subperenifólias e ainda a intensa densidade na composição de seus estratos, herbáceo, arbustivo e arbóreo (Figura 29).

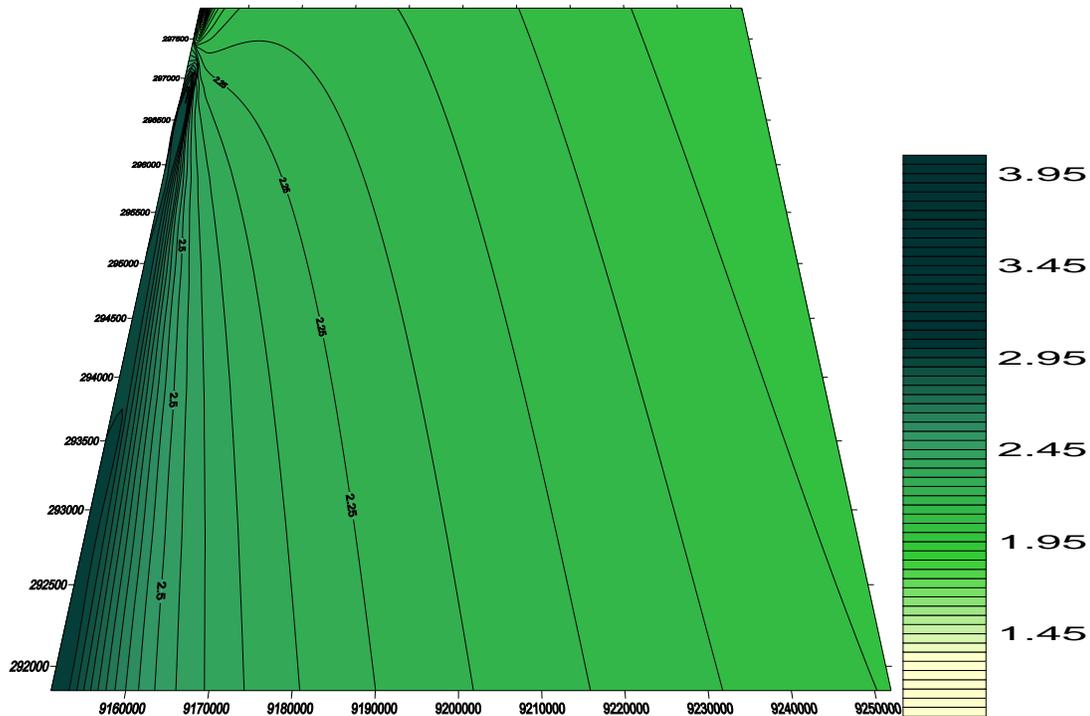


Figura 29: Isovalores derivados da cobertura vegetal, área 02, a estabilidade foi quebrada e toma domínio a instabilidade.

Como essa é uma área de forte intervenção antrópica, o aproveitamento e ocupação do solo acabaram por decretar a destruição da cobertura vegetal prístina, no entanto, com o abandono do uso da área a vegetação tende a repovoar as encostas, podendo mais uma vez oferecer equilíbrio à morfodinâmica. Nos valores observados o grau de instabilidade atenuada é dominante, tendo em sua porção leste e topo da elevação um aumento da instabilidade que se torna moderada de classe 3.00 e favorecedora da dinâmica de remobilização lateral das formações superficiais.

Sobre as formas de uso e ocupação do solo essa é uma área de expansão imobiliária, onde a beleza cênica da paisagem costeira atrai compradores para os lotes abertos no topo das elevações, enquanto as encostas ainda não foram

efetivamente ocupadas. É percebido neste trecho o criatório extensivo de animais como bovinos e eqüinos que buscam a vegetação local remanescente como fonte de alimentação (Figura 30).

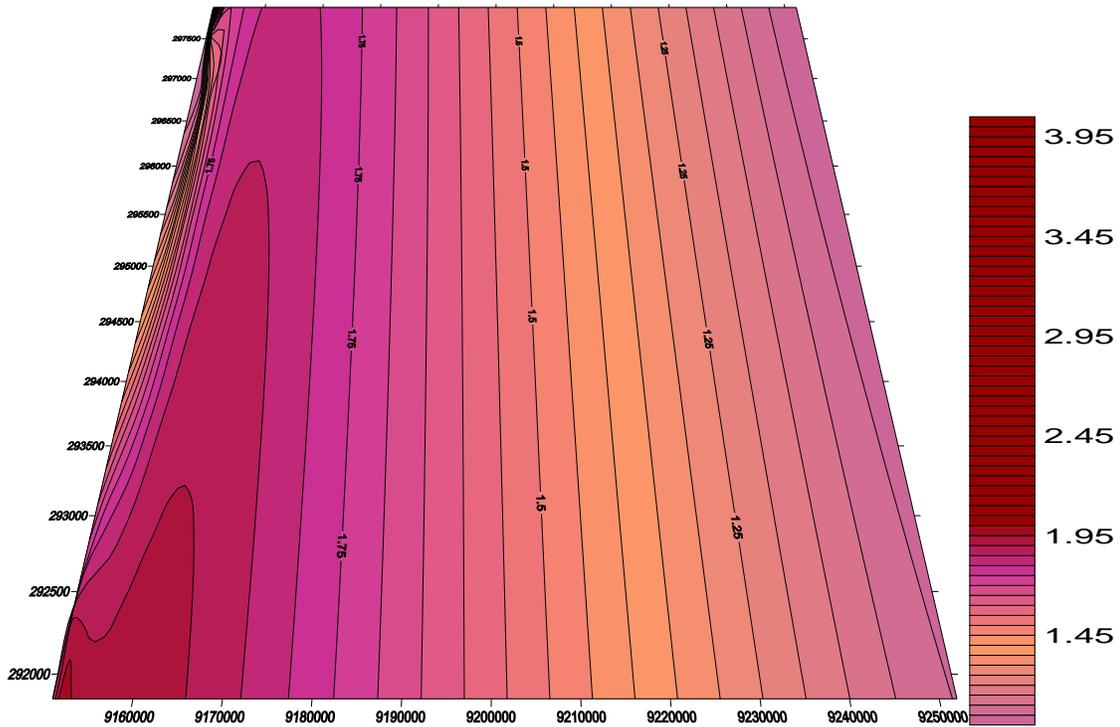


Figura 30: Isovalores derivados do uso e ocupação, área 02, morfodinamicamente apresenta condicionamento instável.

Os índices gerados variam do grau indicador de estabilidade, isovalores no intervalo de 1.00 a 1.99, com uma quebra que chega até a marca da instabilidade moderada com indicativo superior a 3.00. Em relação à sua distribuição espacial, esta tem concentração marcante no setor de maior altitude e inclinação da encosta analisada.

Com o somatório dos isovalores (Figura 31), na integração das informações do mapeamento, essa é uma área onde, de forma geral, ocorre a quebra da estabilidade morfodinâmica, por se tratar de uma encosta onde a declividade

potencializa a fragilidade do sistema geomorfológico. Por sua vez, as modalidades de uso e ocupação do solo acabam desencadeando a morfodinâmica.

Em toposequência essa paisagem revela uma diversidade de formações superficiais que respondem de forma diferenciada às imposições de sua dinâmica natural. Neste sistema o fluxo que transforma a matéria recebe carga de energia de outros sistemas autônomos, como o atmosférico, que dependendo do ritmo climático e intensidade da estação chuvosa acaba por repercutir na morfogênese da área.

Dessa realidade os processos superficiais ganham ou perdem intensidade conforme o grau e categoria da fragilidade constituída. No caso dessa área, seu índice é mediano com caráter instável. A retirada da vegetação teve forte participação nesse desencadeamento, a antiga formação de mata que poderia oferecer alguma condição de controle e amortecer o impacto direto da chuva sobre o pacote de alterita, não mais existindo, favorece a quebra da fitoestasia e no saldo entre pedogênese-morfogênese prevalece à morfogênese, favorecendo a formação de um meio de condições instáveis.

Em função da tipologia e intensidade do uso e ocupação do solo, expansão urbana, desmatamento e criatório de animais, o último atrelado ao pisoteio e consumo da pouca vegetação existente, o resultado, do somatório de indicadores, demonstra essa quebra de equilíbrio com as classes 2.00 e 3.00, chegando ao direcionamento de ocorrência da instabilidade atenuada, que potencialmente segue para uma condição moderada. Na confirmação da análise dos parâmetros, em separado, observa-se que este deslocamento para a maior intensidade da instabilidade é presente justamente no setor que apresenta as maiores cotas de altimetria do terreno, sendo assim, essa condição assume um nível ainda mais agravante, pois concilia quebra de estabilidade com maior altitude e declividade.

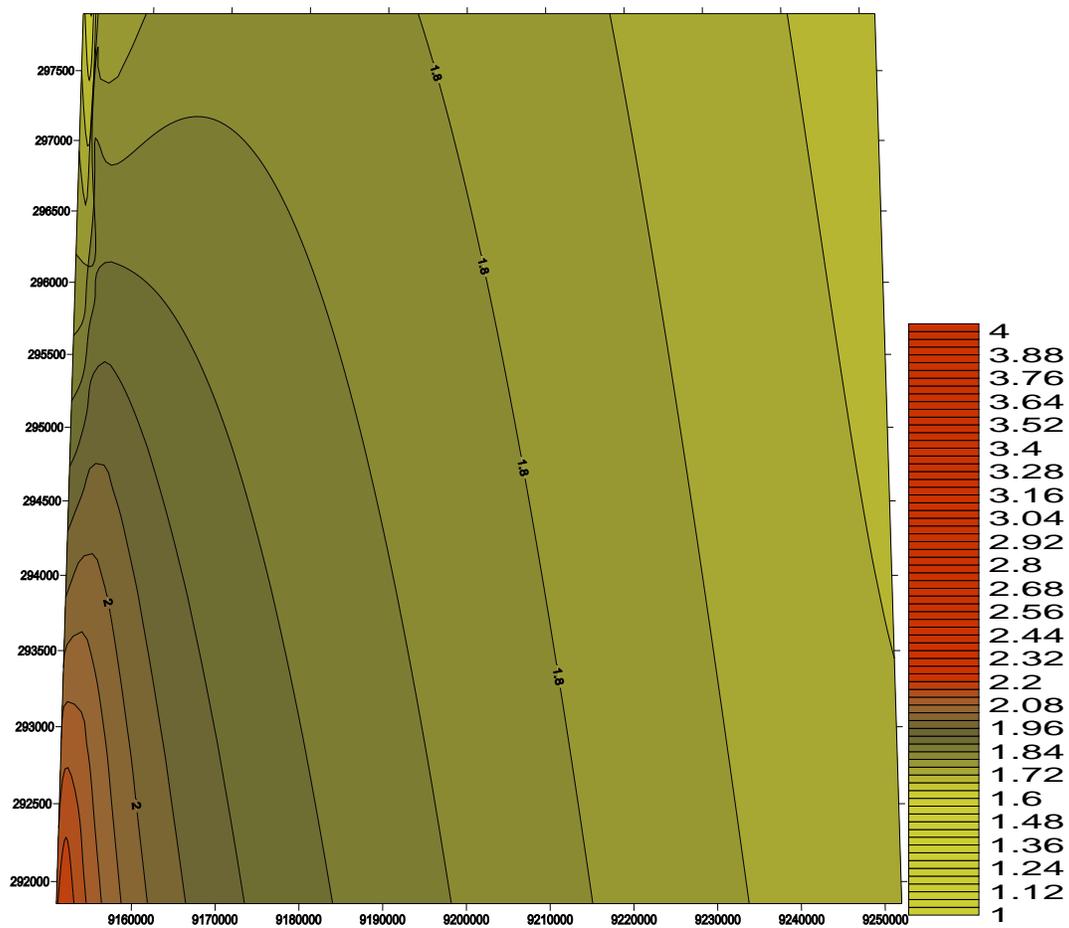


Figura 31: Somatório dos isovalores representativos dos parâmetros morfodinâmicos da área foco 02, os valores variam entre os níveis dos parâmetros demonstrando quebra na estabilidade.

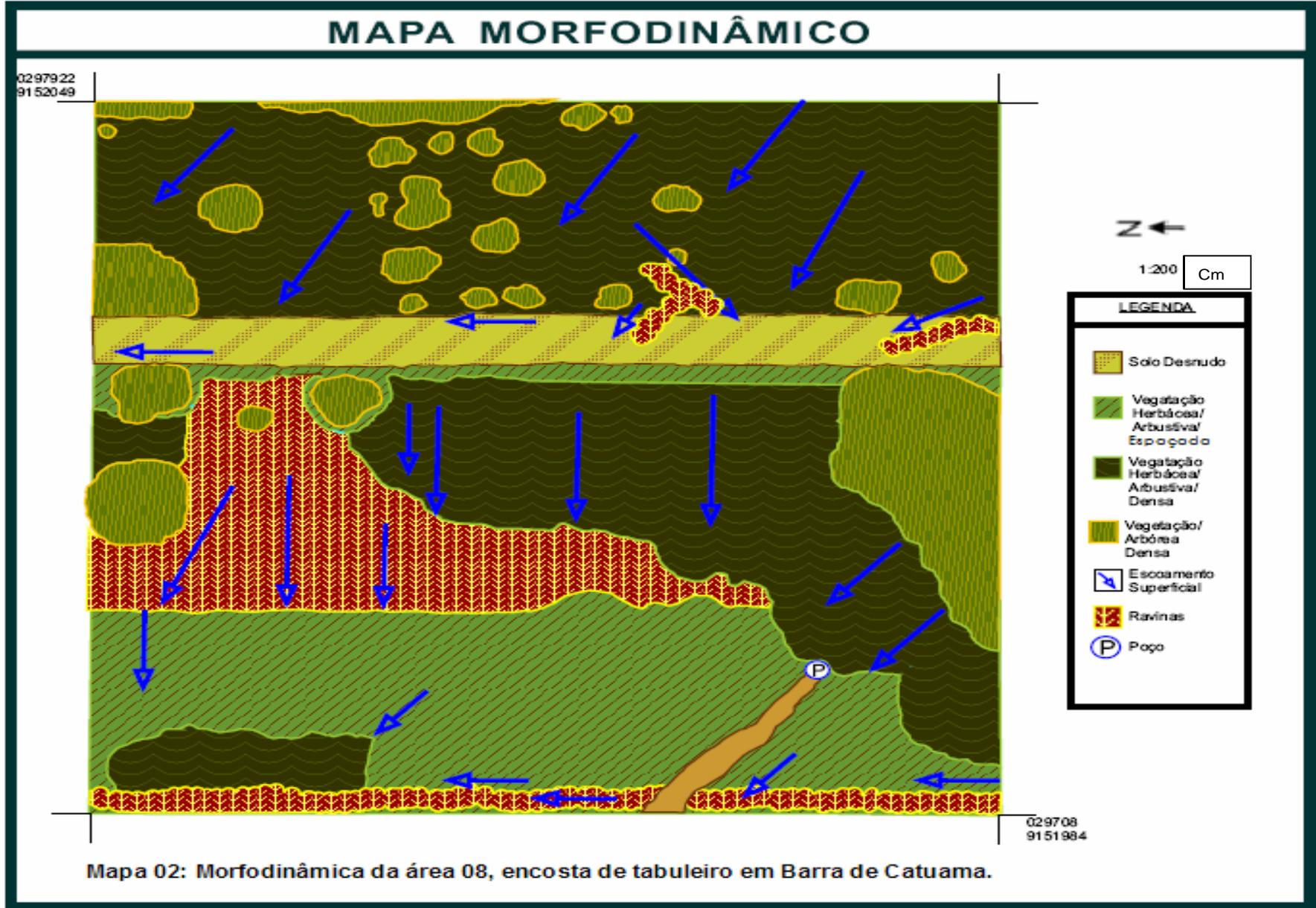
Na leitura do mapa morfodinâmico produzido se percebe o direcionamento do fluxo superficial que é comandado pela orientação de declividade da encosta. Seguindo esse fluxo são marcantes as ravinas que evoluíram de sulcos produzidos inicialmente pela intervenção antrópica. Estas ocupam um setor significativo na representação espacial (mapa 02).

Nesta área ocorrem dois níveis de controle erosivo, o primeiro na base, que se encontra limitado pela ravina que acompanha paralelamente uma estrada local, onde se localiza um poço de extração de água, e um outro, na meia encosta, que foi constituído por uma outra via de acesso ao topo do recorte de tabuleiro, onde o solo se encontra desnudo. Esse último por sua vez, passa a sofrer ravinamento também em seu ponto de inflexão.

Esta área sofre marcadamente com a tentativa de estabelecimento de novas ocupações, máquinas remobilizam as formações superficiais numa tentativa de aplainar terrenos e cortar taludes para facilitar o estabelecimento de novas residências.

A cobertura vegetal primária foi descaracterizada pelo desmatamento e introdução de espécies que não condizem com o caráter biogeográfico regional. Os estratos herbáceo e arbustivo originais ainda estão presentes em duas situações: uma composição onde o espaçamento é marcante e uma outra onde ainda se observa uma maior densidade. No estrato arbóreo surgem indivíduos completamente isolados na paisagem, estes oferecem pouca proteção à formação superficial onde estão instalados.

A dinâmica geomorfológica representada indica que a vertente tem sua evolução condicionada pela intervenção do uso e ocupação do solo, surgindo riscos potenciais e fragilidade ambiental, além de contribuir como área fonte de materiais que são depositados à jusante, no fundo do estuário, contribuindo para a sua colmatagem, colapso da rede de drenagem e elevação do nível de base local.



3.3 MAPEAMENTO (03)

A terceira área, correspondente a uma parte de encosta e planície de maré com manguezal. A área foco se apresenta com níveis correspondentes às baixas cabeceiras de drenagem e terraços neogênicos encontrados na circunvizinhança do estuário. A sua escolha para o mapeamento morfodinâmico se deu em função dessa particularidade de localização e em especial por possuir um trecho do manguezal. Nesta área ocorrem duas unidades geomorfológicas bem definidas: a primeira corresponde a uma rampa de colúvio de inclinação suave ligada à segunda, uma planície de maré do estuário do Itapessoca, em Barra de Catuama.

Como variações de altitude foram identificados pontos com cotas oscilando entre 8.5 e 12 metros (Figuras 32 e 33). Observando a distribuição da curvas altimétricas fica claro que a maior declividade do terreno incide nas proximidades do manguezal, demarcando uma suave sucessão de pontos de inflexão do terreno.

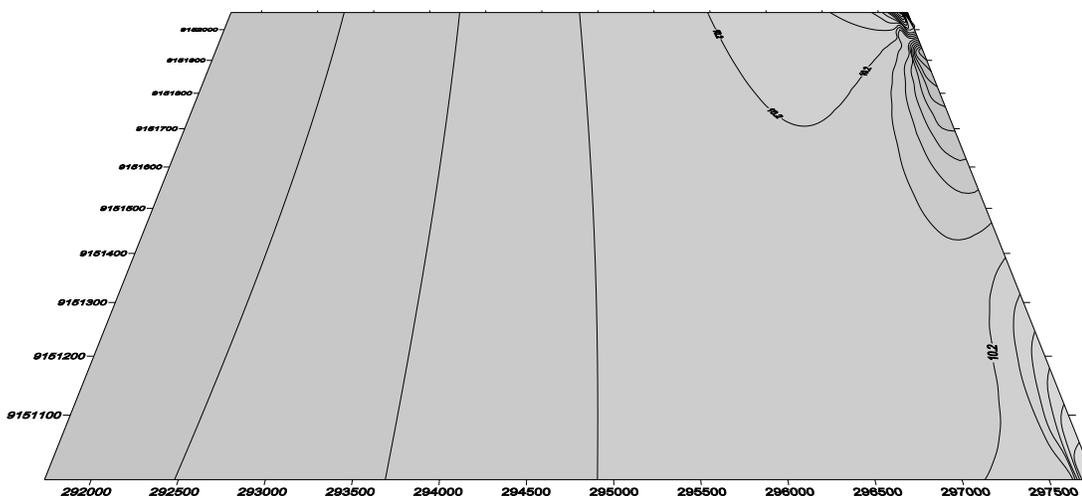


Figura 32: Representação altimétrica da área foco 03.

No modelo digital do terreno essa pequena variação pode ser claramente observada, estando bem nítida a suavidade da inclinação da rampa, esta condição

repercutiu na obtenção do índice de fragilidade ambiental da área, resultando num grau fraco, porém em uma categoria instável.

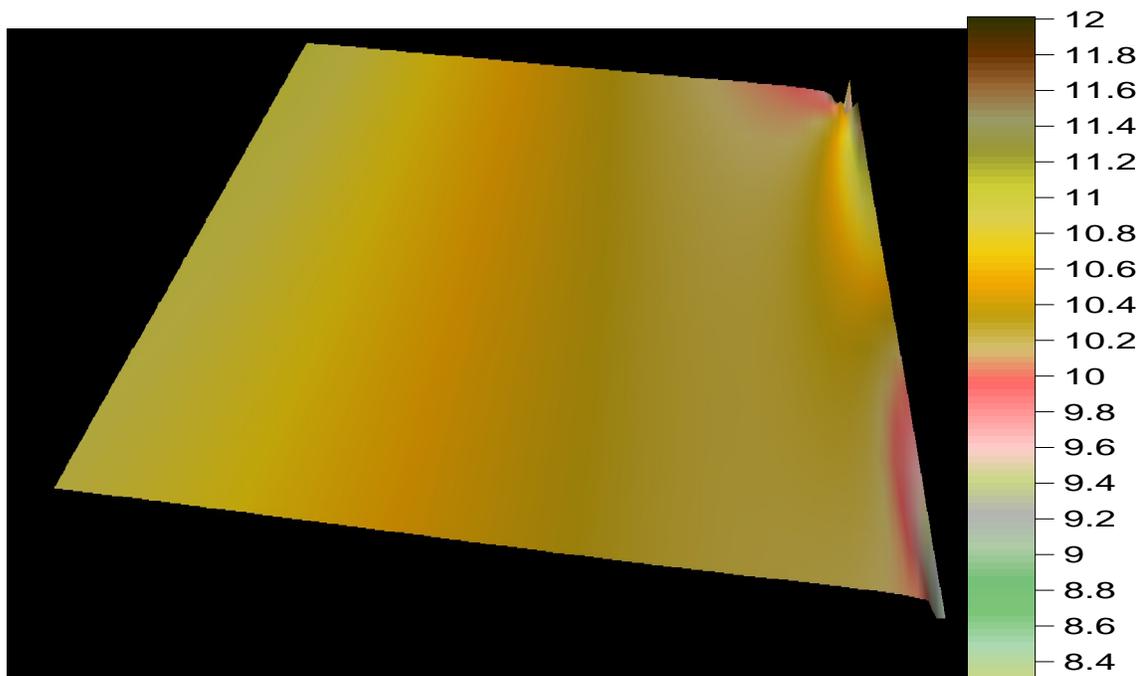
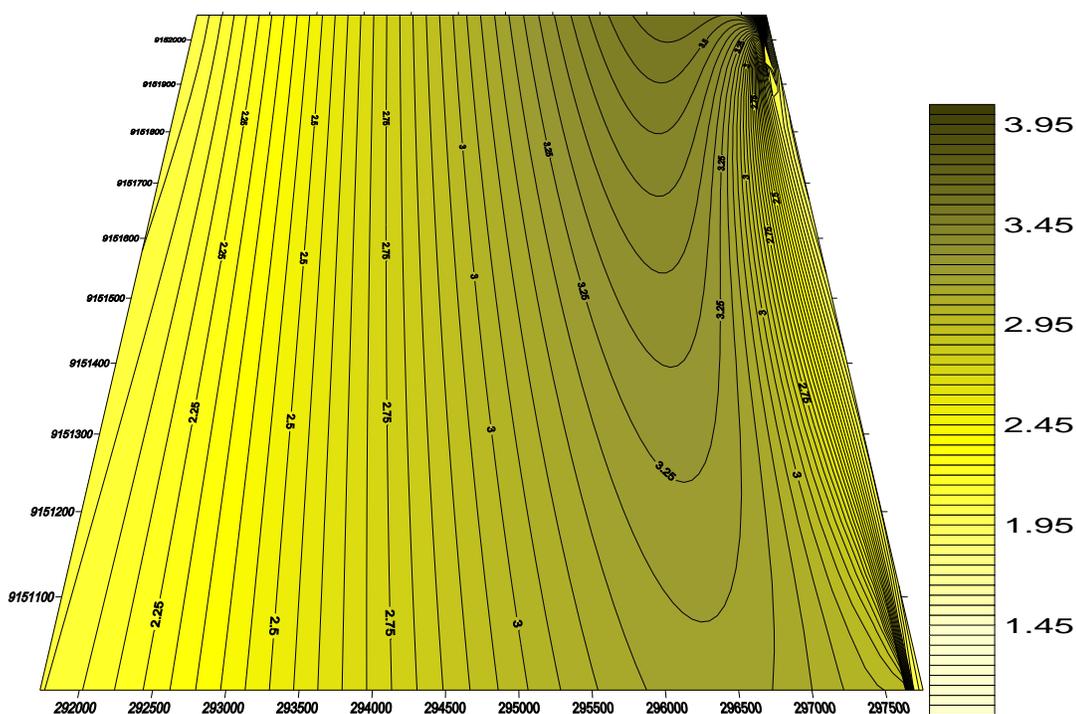


Figura 33: Modelo Digital do Terreno, variação altimétrica em metros, área 03.

Na estrutura da paisagem são nítidos os dois níveis de terraços, um primeiro provavelmente pleistocênico, com altitude média de 12 metros e um segundo, holocênico, com cotas abaixo dos 10 metros. Os terraços mais elevados surgem como possíveis áreas fontes, já os mais baixos acabam servindo como áreas limites entre a retirada de material e de abandono do mesmo ao atingir o nível de base local (Figura 34).

Oferecendo ainda condições superficiais à erosão estão presentes na área materiais predominantemente argilosos nas porções de maior elevação e essencialmente arenosos nas partes mais baixas do terreno.

Nos resultados da distribuição dos isovalores levantados em campo e manipulados em gabinete, ocorre uma gradativa repartição dos níveis de instabilidade, assim estão marcadas as categorias de instabilidade atenuada e moderada, que neste caso indicam uma evolução para uma condição acentuada.



Dos valores obtidos, duas categorias se apresentam com destaque, a primeira como instabilidade atenuada e a segunda moderada, porém nitidamente caminhando para uma condição acentuada (Figura 35), com isovalores 2.00, 3.00 e 4.00 respectivamente. Nesta área “foco” as partes mais baixas e o próprio manguezal recebem bastante material. Obedecendo a orientação dos fluxos. Argila e areia carreadas das áreas mais elevadas são sedimentadas na planície de maré.

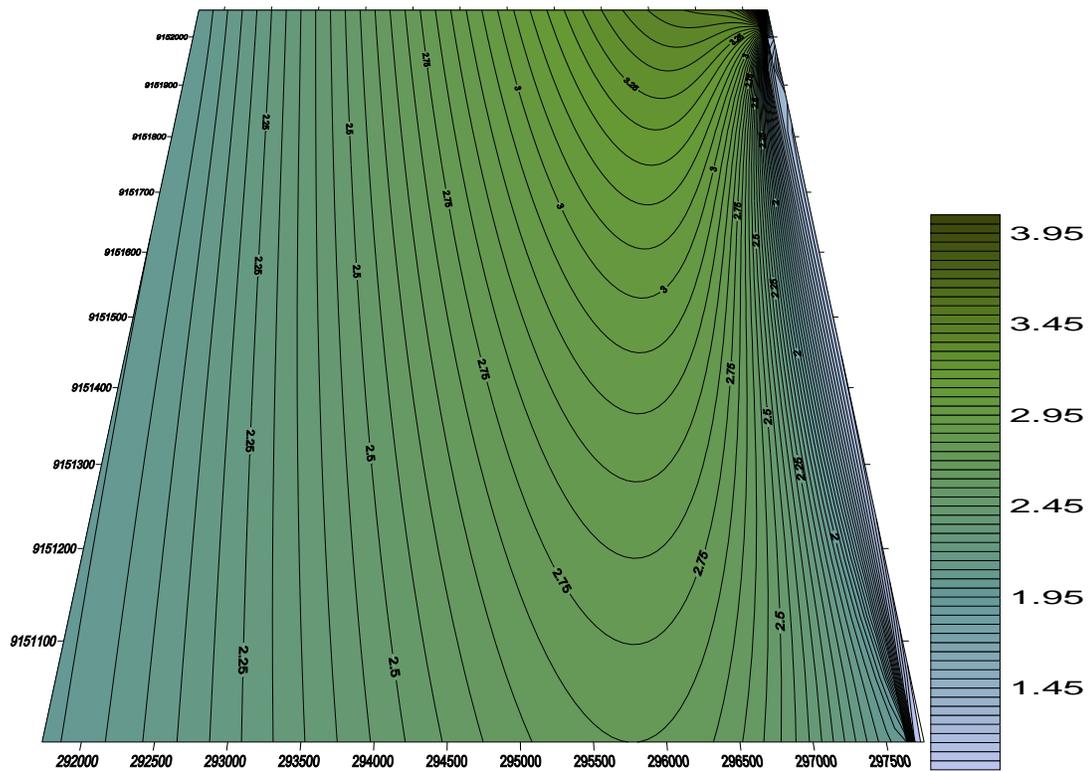


Figura 35: Isovalores derivados da dinâmica superficial, área 03, com a quebra da estabilidade na dinâmica geomorfológica verifica-se a ocorrência de instabilidade nos graus atenuado e moderado.

Na observação da cobertura vegetal, a sua composição foi marcada primariamente pela presença da Mata Atlântica, pois ainda se fazem presentes alguns remanescentes dessa formação. Apresentando também uma porção de

manguezal bastante degradada. Neste trecho, por sinal, a condição ecológica é de apicum, pois a vegetação busca recompor a paisagem mesmo não atingindo sua fisionomia anterior.

Dos valores resultantes se evidencia a predominância de uma instabilidade atenuada, desta, surge uma categoria com tendência à estabilidade (Figura 36). A quebra da estabilidade isovalores maiores que 1.00 no intervalo de classe, segue a imposição da exploração antrópica, a expansão imobiliária, os desmatamentos, o pisoteio de animais e o mais grave e intenso deles, a instalação de fazendas de carcinicultura sobre a planície e o manguezal.

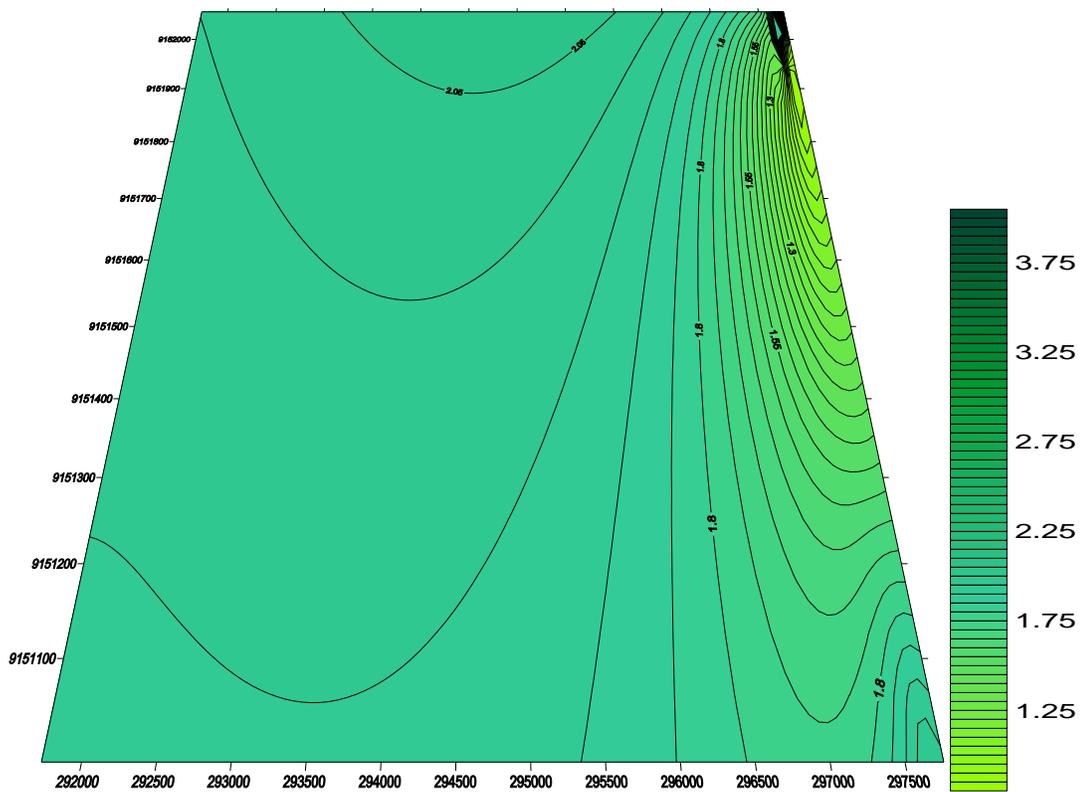


Figura 36: Isovalores derivados da cobertura vegetal, área 03, sem fitoestasia a instabilidade torna-se presente.

Na dinâmica de uso e ocupação do solo é marcante o direcionamento para a especulação imobiliária e construção de criatórios de animais. Para o manguezal que recebe o fluxo de sedimentos ainda ocorre à deposição de lixo, produzido pela comunidade local. São visíveis as marcas do desmatamento, onde o recurso lenhoso fora extraído tanto do manguezal como do remanescente de mata.

Relacionando o uso e ocupação e sua interferência sobre a composição da área de vegetação, constata-se que a mesma encontra-se bastante degradada, perdendo assim todo o seu potencial de favorecer o equilíbrio do sistema geomorfológico.

Quantificados os valores, ocorre no setor a predominância da instabilidade em suas categorias atenuada e moderada (Figura 37), confirmando assim a possibilidade de quebra da estabilidade morfodinâmica em sua relação com o uso e ocupação do solo.

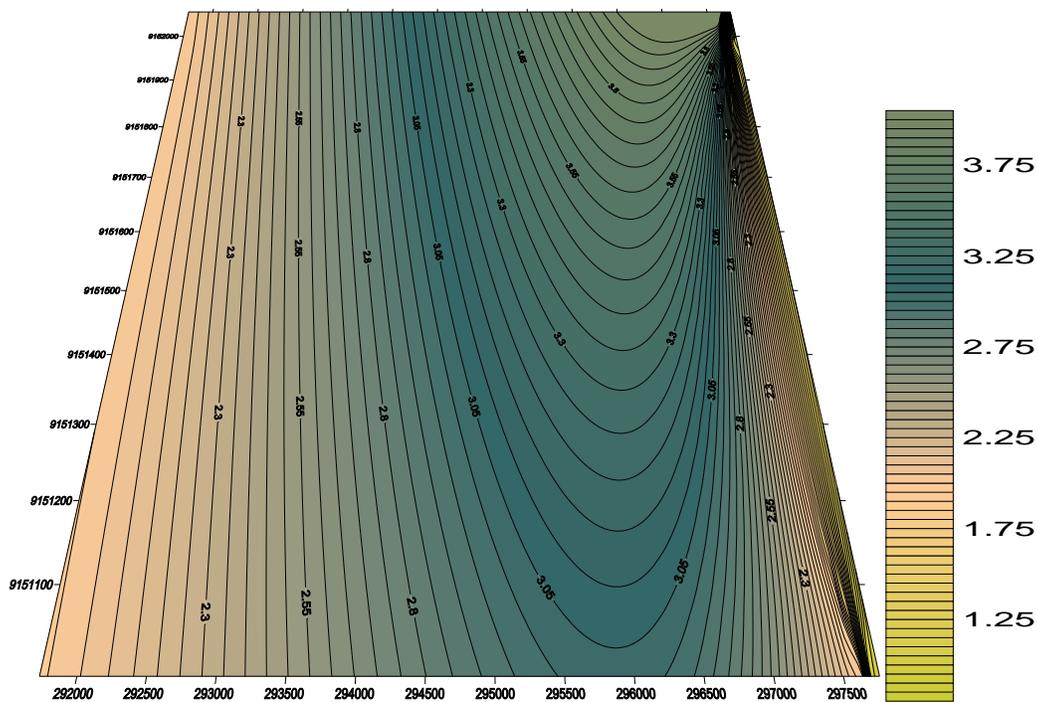
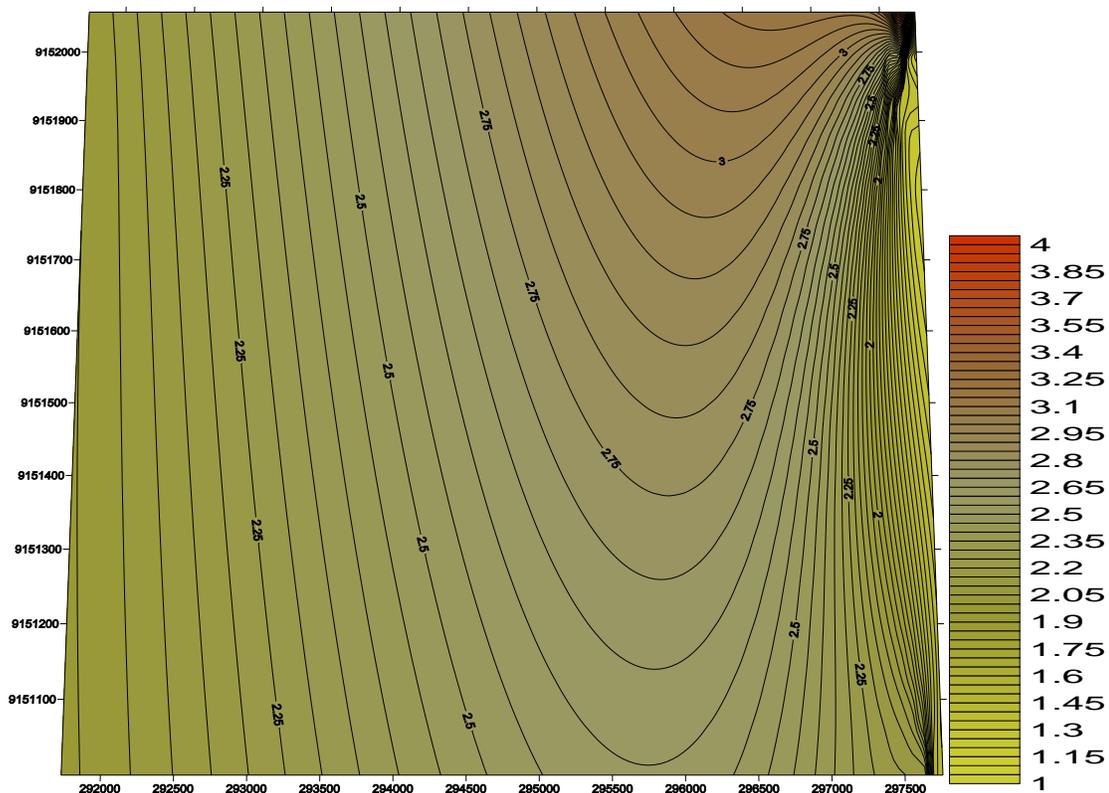


Figura 37: Isovalores derivados do uso e ocupação do solo, área 03, decorrente das modalidades e pressão sofrida é atenuada e moderada a instabilidade morfodinâmica.

O somatório dos isovalores representativos da morfodinâmica desta área “foco” 03, resulta em destaque à predominância da instabilidade nos níveis atenuado e moderado, sendo esse o setor que na variação de gradientes apresenta maior quebra de inflexão, onde a categoria pode ser identificada como moderada (Figura 38), os valores superiores na classe 3.00.



A estrutura superficial da paisagem que se encontra estabelecida em duas fisionomias singulares colabora para o incremento da morfogênese na área. Na primeira configura-se uma vertente, nesta o conjunto de fenômenos superficiais mais rotineiros revela que, em um sítio geomorfológico submetido à ablação e ao transporte, a pedogênese está sob a dependência estreita da morfodinâmica, considerando-se esta última o balanço entre morfogênese-pedogênese. A ocorrência das formações superficiais resulta e muda de sentido conforme o lugar e circunstâncias da toposequência. A segunda se apresenta como uma área de acumulação, os materiais que entram no fluxo do sistema geomorfológico são abandonados a uma distância maior ou menor, a acumulação apresenta caráter recente e também depende das condições dessa integração pedo-geomorfológica.

Na dinâmica superficial foi destaque o fluxo de material proveniente da encosta e sua deposição na planície de maré na borda estuarina. Quanto à cobertura vegetal é marcante a sua degradação, pois sofre pressão direta das modalidades predatórias do uso e ocupação do solo.

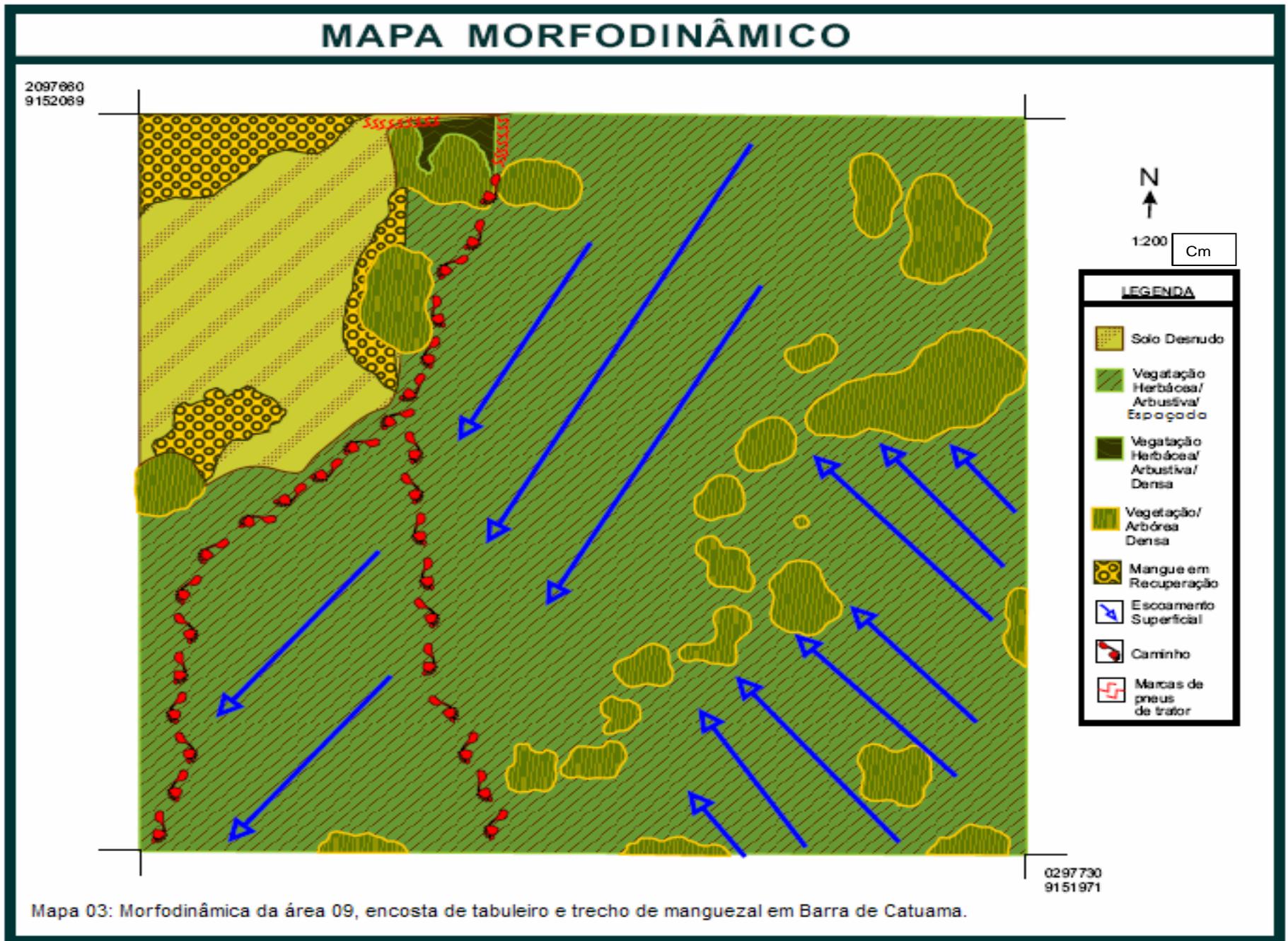
No mapa 03, a seguir, estão presentes indícios em micro-escala dessa presença antrópica, ocorrem marcas de pneus de tratores e é evidenciada a movimentação de maquinário pesado, e abertura de caminhos estabelecidos a partir da destruição da cobertura vegetal.

A condição da vegetação é variável em situações de estratos herbáceo e arbustivo, ora espaçados, ora com maior densidade. No arbóreo estão presentes plantas pequenas e muitas manchas de exemplares medianos isolados nas parcelas do mapeamento, fato comum à área.

O trecho de solo desnudo é marcante e toma direcionamento sobre o manguezal, na verdade se trata do material que vem sendo acumulado gradativamente seguindo o direcionamento do fluxo de escoamento superficial.

Seguindo como repercussão dos processos superficiais o manguezal acaba respondendo numa tentativa forçada de adaptação a essas novas condições de terreno, no entanto, acaba perdendo espaço para outras espécies comuns aos terrenos secos, pois na área a movimentação da maré com mistura de águas doces e salgadas não mais ocorre, forçando assim uma retomada do equilíbrio por parte do sistema geográfico como um todo.

O mapa a seguir traz um exemplo das condições ambientais e morfodinâmicas da área estudada, ficando representada a quebra da estabilidade natural em mais uma área foco.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Posteriormente à análise dos resultados das técnicas aplicadas e referencial teórico na realização deste trabalho chega-se as seguintes considerações finais:

A utilização da matriz e quadro ecodinâmico serviu como base para identificar as principais áreas de ocorrência de instabilidade morfodinâmica, esta também ofereceu organização no levantamento exploratório sobre a área estudada. A matriz trata com precisão a localização dos focos para a análise identificando a categoria do sistema observado e caracterizando sua dinâmica.

Na aplicação do modelo de fragilidade ambiental é percebido que o condicionamento da declividade acaba por determinar o grau dessa condição. A categoria foi obtida considerando os outros parâmetros base do quadro ecodinâmico. Ocorreu assim uma integração e adaptação metodológica que facilitou o detalhamento e entendimento da realidade investigada. Para reforçar estas aplicações morfodinâmicas foi agregado ao trabalho, o monitoramento de pinos de erosão e o levantamento dos dados sobre a dinâmica costeira e praial da área estudada.

Para a manipulação dos dados em gabinete o trabalho correu com objetividade, tendo os equipamentos e recursos para sua realização. O tratamento em gabinete realizou o acabamento e ofereceu tratamento, do que foi produzido e levantado em campo.

De posse dos dados e seus resultados, no tocante à degradação do ambiente estudado, na área estuarina, cabe destacar que a extração mineral tem forte influência sobre as formações superficiais. A mesma desencadeia a quebra da

estabilidade morfodinâmica e atribui maior intensidade aos processos superficiais vigentes, contribuindo para a remobilização dos materiais de superfície, promovendo assim o assoreamento dos rios tributários e do próprio estuário. Este fato tem ligação direta com a intensidade da morfogênese evidenciada em algumas das “áreas foco”.

No complexo estuarino, o manguezal vem sendo degradado, e encontra-se categorizado como uma área de instabilidade. Esse estado ocorre como resposta à instalação de empreendimentos de carcinicultura que alteram de forma significativa as características desse geossistema.

Na instalação de uma fazenda de camarão a planície de maré é ocupada, se desmata o manguezal, prosseguindo com o aterramento e escavação dos tanques para o criatório. Os canais de maré são barrados e comportas são instaladas controlando artificialmente, conforme a necessidade do empreendimento, o fluxo e refluxo das águas, ocorrendo assim uma intensa transformação na dinâmica geomorfológica das planícies e canais de maré.

As principais mudanças que ocorrem no sistema de drenagem local podem ser verificadas nas intervenções sobre o rio Arataca e nas cabeceiras de drenagens da circunvizinhança do Itapessoca, onde o material de superfície foi remobilizado a partir do desmatamento de antigos coqueirais e da realização de corte incorreto do terreno para construção de canais para a instalação de novas unidades carcinicultoras. Cabe destacar ainda que está sendo intensa em toda a área a expansão residencial e turística.

Outras situações que também podem ser desencadeadoras da quebra da estabilidade são as alterações na dinâmica das correntes de deriva oceânica e elevação do nível de base geral, resultantes do aterramento e construções

inadequadas, sobre o manguezal produzindo efeito erosivo intenso como o evidenciado em Barra de Catuama.

Para a área que foi estudada várias medidas poderiam ser aplicadas na tentativa de controle sobre o comportamento dos sistemas locais. É de extrema importância a efetivação do zoneamento costeiro, através dos poderes públicos responsáveis, orientando a população quanto aos processos e necessidade de conservação e até preservação, em alguns casos, neste estuário, e através de uma fiscalização eficaz evitar o mau uso dos recursos naturais da região.

Na correlação entre os fatores desestabilizadores dos sistemas geomorfológicos, atribui-se à atual dinamização das unidades geossistêmicas enunciadas como “áreas foco”, à ocorrência de quebra da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais, expressa na dinâmica física de retomada de equilíbrio dos sistemas observados, como sendo função derivada da pressão antrópica existente.

Finalmente a Geografia física aplicada, através da noção de sistemas geográficos realiza estudos onde a integração constou como base do entendimento das problemáticas existentes. Incluindo a presença antrópica como um agente transformador, consolida-se, assim, a aplicação do conteúdo geomorfológico que gerando índices para os diagnósticos cumpre sua missão como ferramenta para análise e planejamento ambiental, oferecendo subsídios para o monitoramento e ordenamento territorial, por fim servindo à sociedade na medida em que aborda os problemas decorrentes do uso do suporte físico-natural.

REFERÊNCIAS:

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (CPRH), Zoneamento Costeiro Diagnóstico do Litoral Norte de Pernambuco. Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Tecnologia e Meio ambiente, Recife: 2001.

ANDRADE, G. O. de e BIGARELLA, J. J. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). In Arquivos n. 2 Instituto de ciências da Terra. Recife, 1964.

BARBOSA, José Antonio et. al. A Estratigrafia da Bacia Paraíba: Uma Reconsideração. Estudos Geológicos v. 13, Recife, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra n. 13. Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo - USP – Instituto de Geografia. São Paulo, 1971.

CORRÊA, Antônio C. de B. O Geossistema como modelo para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas: uma proposta de geografia física como ciência histórica. In Regionalização e análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas. Organizadores: Alcindo José de Sá, Antonio Carlos de Barros Corrêa. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006.

CORRÊA, Antônio C. de B.; **AZAMBUJA**, Renata Nunes. Avaliação Qualitativa em Micro-escala da Estabilidade da Paisagem em Áreas Sujeitas A Desertificação no Ambiente Semi-árido do Nordeste do Brasil. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade de São Paulo - USP: São Paulo, 2005.

CHHRISTOFOLETTI, Antônio. Geomorfologia. São Paulo: E. Blücher, 2. edição, 1980.

DOMINGUEZ, José Maria Landim et al. Geologia do Quaternário do Estado de Pernambuco. Salvador, revista Brasileira de Geociências, 20 (1-4): 208-215, março/dezembro de 1990.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Disponível em www.embrapa.gov.br. Acesso em março de 2006.

ERHART, H. L'âge des sols, autant que phénomène géologique. Esquisse d' une théorie géologique et géochimique. Biostasie et rhexistasie. Paris, Masson, 1956.

FURASTÉ, Pedro Augusto. Normas Técnicas para o Trabalho científico. Explicação das normas da ABNT. – 13. ed. – Porto alegre: s. n., 2004.

GREGORY, K. J. A Natureza da Geografia Física. Tradução: Eduardo de Almeida Navarro. Revisão Técnica; Antônio Christofolletti. Editora Bertrand Brasil S. A. Rio de Janeiro, 1992.

GUERRA, Antônio José Teixeira & **CUNHA**, Sandra Batista da (organizadores). Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Geossistemas: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

RODRIGUES, Cleide. A Teoria Geossistêmica e sua contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. Revista do departamento de Geografia, v 14, São Paulo, (2001) 69-77.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. Métodos em Questão, N. 16. Universidade de São Paulo - USP. Instituto de Geografia, São Paulo, 1977.

SPÖRL, Christiane & **ROSS**, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com aplicação de Três Modelos. GEOUSO - Espaço e Tempo, São Paulo, nº 15, pp. 38-49, 2004.

SUGUIO, Kenitiro. Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: as Regiões Litorrâneas. Revista do Instituto de Geociências – Geologia – série didática – Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2001.

TRICART, Jean. Paisagem e Ecologia. Inter – Fácies – Escritos e Documentos. Institutos de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. São José do Rio Preto, 1982.

_____. Ecodinâmica. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN), IBGE, Diretoria Técnica, Rio de Janeiro, 1977.

_____. As Relações entre a morfodinâmica e a Pedogênese. Transcrito de “Science du Sul”, 1965, n. 01, págs. 69 a 85. Título do original “Morphogénese et Pedogénèse”. Tradução de Antônio Christofolletti. Notícia geomorfológica, Campinas – São Paulo, 08 (15): 05-08, Jun., 1968.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.