

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**APICUNS DE BARRA DE CATUAMA-PE: ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL E
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SEDIMENTOS**

Neiva Marion Guimarães de Santana

Recife

2013

Neiva Marion Guimarães de Santana

**APICUNS DE BARRA DE CATUAMA-PE: ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL E
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SEDIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres

Coorientadora: Profa. Dra. Janaina Barbosa da Silva

Recife

2013

Catálogo na fonte

S231a Santana, Neiva Marion Guimarães de.

Apicuns de Barra de Catuama-PE: análise espaço temporal e características físicas e químicas dos sedimentos / Neiva Marion Guimarães de Santana. – Recife: O autor, 2013.

76 f. il. ; 30 cm.

Orientador: Prof^a. Dr.^a Maria Fernanda Abrantes Torres

Coorientador: Prof^a. Dr.^a Janaina Barbosa da Silva

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.
CFCH. Pós-Graduação em Geografia, 2013.

Inclui referência e anexos.

Bibliotecário Tony Bernardino de Macedo, CRB4-1567



NEIVA MARION GUIMARÃES DE SANTANA

**"APICUNS DE BARRA DE CATUAMA: ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL E
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SEDIMENTO"**

Dissertação defendida e APROVADA pela banca examinadora:

Orientadora: _____

Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres(UFPE)

2º Examinador : _____

Dra. Maria Betânia Galvão dos S. Freire (AGRONOMIA/ UFRPE)

3º Examinador: _____

Dra. NUBIA CHAVES GUERRA (OCEANOGRAFIA/ UFPE)

**RECIFE – PE
2013**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus e a minha família por ser base de tudo, sempre me ensinando que é preciso ter humildade e confiança.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres, que se dispôs a me orientar sem qualquer problema, proporcionando a realização desta pesquisa, assim como, o aprendizado que adquiri, além da amizade e carinho. Muito obrigada.

À minha coorientadora Prof^a. Dra. Janaina Barbosa da Silva, pelo aprendizado, disponibilidade em toda minha jornada, pela amizade, confiança e carinho. Muito obrigada.

À Prof^a. Dra. Josicleda Domiciano Galvínio, pelas oportunidades na vida acadêmica, bolsas e infraestrutura. Muito Obrigada.

À Prof^a. Dra. Maria Betânia Galvão dos S. Freire, pela realização das análises no seu laboratório de Química do Solo da UFRPE.

Ao laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento SERGEO, por ceder os programas e licenças fundamentais para execução deste trabalho e aos seus integrantes e ex-integrantes: Daniel Lyra, Hewerton Alves, Pedro Paulo, Tiago Henrique, Antônio Marcos, Henrique Ferreira, Ygor Cristiano, Manuela Vieira, Cristiane Barbosa, Luine Dias, Elisabeth Regina, Patrícia Passos, Jéssica Meneses, Cláudio Antônio, Geórgia Oliveira, Karina Marquez...

Aos integrantes do laboratório de Biogeografia e Meio Ambiente- Mariana Pessoa, Fátima Verônica. Thais Santana, entre outros.

Aos integrantes do laboratório de Química do Solo da UFRPE – Luiz Guilherme Medeiros Pessoa, Priscila Alves Lima, Karina Marie Kamimura, Maécio, entre outros.

À Ivanilson Lucena pelo amor, carinho, companhia e ajuda em todos os momentos. Obrigada meu amor.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de desenvolvimento do projeto e ajuda financeira, contribuindo para crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

Os apicuns são áreas do ecossistema manguezal cobertas apenas pelas marés de sizígia, caracterizadas por serem geralmente arenosas, com elevada salinidade. Podem ser localizados entre a vegetação de mangue e o continente (apicum de borda) ou inseridos exclusivamente na vegetação de mangue (apicum incluso), abrigando uma diversidade de espécies animais. O objetivo do trabalho é caracterizar, descrever e compreender a dinâmica por meio de análise espaço temporal dos apicuns em Barra de Catuama, estuário rio Itapessoca-Goiana/PE, além da caracterização física e química dos sedimentos de dois apicuns, um incluso e um de borda. Para esse estudo foi realizada análise espaço temporal durante o período de 1979 a 2010, tendo sido utilizadas uma ortofotocarta do ano de 1979 e uma imagem do Google Earth de 2010, devido à alta precisão de ambas. Verificou-se que ao longo dos anos os apicuns tiveram grandes mudanças em suas áreas, ocorrendo aumento, diminuição e até redução total das áreas, possivelmente resultantes das condições ambientais do estuário. Para as análises físicas e químicas do sedimento foram realizadas a aferição da salinidade e aberturas de perfis nos apicuns incluso e de borda em diferentes datas durante os anos de 2011 e 2012, na maré baixa. A distância entre os perfis variou de 20 a 30 metros, acompanhando o gradiente de inundação das marés. Nos perfis abertos nos apicuns foi possível a identificação de camadas baseada na diferenciação das suas cores. No geral, o perfil típico encontrado apresentou de duas a quatro camadas de diferentes tonalidades, a cor de cada camada variou de 10 YR 5/3 a 10 YR 3/1, com o aparecimento de cores de redução (mosqueados) originadas pelas oscilações do lençol freático, da cor 10YR 5/3. Em relação à granulometria, as camadas superficiais apresentaram-se arenosas e as inferiores argilosas, sendo facilmente identificado o antigo *solum* na camada inferior. A classe textural classificada nos apicuns foi areia franca devido à elevada quantidade de areia. No que se refere à análise química os valores das bases trocáveis seguiram uma ordem Na>Mg>K> Ca, os valores de pH variaram de ácido a básico das camadas inferiores para as camadas superficiais, e os valores de sódio, sulfato e da condutividade elétrica foram maiores nas inferiores. Padrão diferente foi observado em outros trabalhos sobre apicuns no mundo e no Brasil. Os resultados inferem que os apicuns em pouco tempo sofreram grandes transformações, em virtude tanto de um possível condicionamento climático, quanto do alto hidrodinamismo do estuário.

Palavras-chave: Planícies hipersalinas. Granulometria. Manguezais.

ABSTRACT

The apicuns are areas of mangrove covered only by spring tides, are generally characterized by sandy, with high salinity. Can be located between mangrove vegetation and the mainland (salt flats edge) or inserted exclusively in mangrove vegetation (salt flats included), housing a variety of animal species. The objective of this work is to characterize, describe and understand the dynamics by analyzing the timeline apicuns in Catuama Inlet, estuary of Itapessoca river, Goiana/PE, beyond the physical and chemical characterization of sediments from two apicuns one included and one of edge. For this study was analyzed timeline during the period from 1979 to 2010, having been used one ortofotocarta from 1979 and a Google Earth image from 2010, due to the high precision of both. It was found that over the years apicuns have major changes in their areas, either increasing, reduction and even decreasing the total area possibly resulting from environmental conditions of the estuary. For physical and chemical analysis of the sediment were carried out the measurement of salinity and openings of profiles in apicuns included and of edge on various dates during the years of 2011 and 2012, at low tide. The distance between the profiles ranged from 20 to 30 meters, following the gradient flood tides. In profiles opened in apicuns was possible to identify layers based on differentiation of their colors. Overall, the typical profile found showed two to four layers of different hues, the color of each layer was 10 Yr 5/3 10 Yr 3/1, with the appearance of color reduction (mottled) arising from fluctuations groundwater, color 10YR 5/3. Regarding the particle size, surface layers were sandy and the lower layers were clay, being the former *Solum* easily identified in the lower layer. The texture class classified for the apicuns was sandy loam due to the high amount of sand. As regards chemical analysis values of exchangeable cations followed an order $\text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Ca}$, pH values ranging from acidic to basic from lower layers to upper layers and the values of sodium, sulfate and the electric conductivity were higher in lower layers. Different pattern was observed in other studies on apicuns worldwide and in Brazil. The results infer that apicuns underwent major transformations in short time, possible because climate conditioning and the high hydrodynamics of the estuary.

Keywords: Plains hypersaline. Particle size. Mangroves.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Quantificação das áreas em hectares dos apicuns em Barra de Catuama, Goiana/PE.	33
Tabela 02 -	Valores de Matiz, Valor e Cromo das camadas de cada perfil do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	37
Tabela 03 -	Valores percentuais da composição granulométrica e classe textural dos perfis no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	39
Tabela 04 -	Variações percentuais da granulométrica das camadas de cada perfil do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	40
Tabela 05 -	Análise dos componentes principais no sedimento do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	41
Tabela 06 -	Valores de Matiz, Valor e Cromo das camadas de cada perfil do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	44
Tabela 07 -	Valores percentuais da composição granulométrica dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	45
Tabela 08 -	Composição granulométrica dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	46
Tabela 09 -	Análise dos componentes principais nos sedimentos do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	47
Tabela 10 -	Teores das Bases Trocáveis, pH, CE, Sulfato, Carbono orgânico e Matéria orgânica dos perfis no apicum A no estuário de Itapessoca.	49
Tabela 11 -	Teores das Bases Trocáveis, pH, CE e o Sulfato de cada perfil no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	50
Tabela 12 -	Análise dos componentes principais no sedimento do apicum A no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	51
Tabela 13 -	Teores das Bases Trocáveis, pH, CE, Sulfato, Carbono orgânico e Matéria orgânica nos sedimentos dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	53
Tabela 14 -	Teores das Bases Trocáveis, pH, CE e Sulfato dos sedimentos das camadas de cada perfil no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	54
Tabela 15 -	Análise dos componentes principais no sedimento do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Esquema da teoria para formação de apicuns proposta por Cintrón <i>et al.</i> , (1998) e adaptada por Pellegrini (2000).	17
Figura 02 -	Localização dos apicuns de Barra de Catuama, estuário do rio Itapessoca, Goiana/PE.	22
Figura 03 -	Localização dos pontos de abertura dos perfis nos sedimentos dos apicuns A e B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	27
Figura 04 -	Apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) abertura do perfil para a coleta das amostras; (B) medição das camadas; (C) acondicionamento das amostras.	28
Figura 05 -	Apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) coleta da água intersticial com cano de PVC para análise da salinidade; (B) aferição da salinidade da água intersticial; (C) medição do cano de PVC.	29
Figura 06 -	Variação espaço temporal, em hectares, dos apicuns e do mangue em Barra de Catuama, Goiana/PE.	32
Figura 07 -	Análise espaço temporal dos apicuns de Barra de Catuama, Goiana/PE nos anos de 1979 e 2010.	34
Figura 08 -	Mapeamento dos apicuns de Barra de Catuama, Goiana/PE nos anos de 1979 e 2010.	35
Figura 09 -	Comparação dos apicuns de Barra de Catuama, Goiana/PE nos anos de 1979 e 2010.	36
Figura 10 -	Apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) visualização do perfil A1; (B) visualização do perfil A3.	38
Figura 11 -	Variação da composição granulométrica, em porcentagem, dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	40
Figura 12 -	Análise dos componentes principais do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	42
Figura 13 -	Perfis do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) perfil B2; (B) perfil B3; (C) perfil B4; (D) perfil B6; (E) perfil B7.	43
Figura 14 -	Variações da composição granulométrica, em porcentagem, no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	45
Figura 16 -	Análise dos componentes principais do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.	52

Figura 17 -	Análise química dos componentes principais do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	56
Figura 18 -	Recolonização dos apicuns A e B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	58
Figura 19 -	Assoreamento no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Definições Sobre o Conceito e Formação de Apicuns no Mundo e Brasil	16
3 OBJETIVOS	21
3.1 Geral	21
3.2 Específicos	21
4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
4.1 Localização Geográfica	22
4.2 Hidrografia	23
4.3 Cobertura Vegetal e Fauna	23
4.4 Relevo e Geologia	24
4.5 Clima	25
5 MATERIAL E MÉTODOS	26
5.1 Análise Espaço Temporal	26
5.2 Análise dos Sedimentos	26
5.2.1 Análise Física dos Sedimentos	29
5.2.2 Análise Química dos Sedimentos	30
5.3 Análise dos Componentes Principais	30
6 RESULTADOS	32
6.1 Análise Espaço Temporal dos Apicuns de Barra de Catuama	32
6.2 Análise Física dos Sedimentos dos Apicuns A e B	37
6.2.1 Análise da Cor dos Sedimentos do Apicum A	37
6.2.2 Análise Granulométrica das Amostras do apicum A	39
6.3 Análise Química dos Sedimentos dos Apicuns A e B	43
6.3.1 Análise Granulométrica das Amostras do apicum B	44
6.4 Análise Química dos Sedimentos dos Apicuns A e B	49
6.4.1 Análise Química dos sedimentos do Apicum A	49

6.4.2 Análise Química dos sedimentos do Apicum B	53
7 DISCUSSÃO	57
7.1 Análise Espaço Temporal do Apicuns de Barra de Catuama	57
7.2 Análise Física dos Sedimentos dos Apicuns A e B	62
7.3 Análise Química dos Sedimentos dos Apicuns A e B	65
8 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes altamente complexos e dinâmicos, definidos genericamente como o encontro do rio com o mar, tratando-se de um ecossistema intimamente ligado com o continente e o oceano. Segundo Pritchard (1967), estuário é um corpo costeiro semi-fechado de água que tem uma conexão livre com o mar aberto e no qual a água do mar é diluída com água derivada de drenagem terrestre. Associado ao manguezal, esses ambientes são biologicamente mais produtivos que o oceano e os rios adjacentes, oferecendo uma grande variedade de serviços sociais e ecológicos, que incluem desde área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas e estuarinas, fertilização costeira, até recreação, turismo, entre outros (BARBOSA, 2010; MIRANDA et al., 2002).

O manguezal é um ecossistema costeiro típico de área estuarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002) de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime das marés. Constitui-se de espécies vegetais lenhosas, arbustivas e subarbustivas, que se diferenciam ecológica e floristicamente da vegetação de terra firme (LAMBERTI, 1966), micro e macroalgas (criptógramas), também adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio e ricos em matéria orgânica (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002; SUGUIO, 1998), além de orquídeas, bromélias e líquens (CALEGARIO, 2012). O ecossistema desempenha função prioritária na estabilidade da geomorfologia costeira (atenuador da erosão), na conservação da biodiversidade marinha, límnic e terrestre, filtro biológico, fonte de proteínas para as comunidades ribeirinhas, aprisionamento de sedimento, indicador de aquecimento global e do aumento do nível médio relativo dos mares, dentre outros (JÚNIOR, 2001).

Inserida nos manguezais encontram-se áreas arenosas, com elevada salinidade e constantemente lavadas pela maré, chamadas de apicum, podendo ou não ter uma cobertura vegetal. São encontradas nas margens dos mangues, em raras exceções no interior da vegetação de mangue (LENGIBRE, 2007).

A importância do apicum está intimamente ligada ao manguezal, uma vez que representa o estágio evolutivo deste ecossistema (NASCIMENTO, 1993), sendo necessário para as cadeias alimentares estuarinas, produtividade primária, fornece um habitat

protegido para organismos marinhos e terrestres, alguns dos quais estão ameaçados de extinção, além de servi como proteção dos litorais contra os efeitos erosivos das tempestades e marés extremas, apoio hidrológico através da qualidade da água e manutenção das águas subterrâneas, bem como atuar na zona de retração para os manguezais (UCHA et al., 2009; GEOSCIENCE AUSTRALIA, 2012).

Os apicuns no Brasil são alvos ainda recentes de pesquisas e o conhecimento sobre eles está associado aos manguezais, mapeamento de zonas costeiras e avaliação ambiental para a instalação de carcinicultura nessas áreas, por isso é de fundamental importância o estudo dessa feição.

A zona costeira, há tempos, tem sido o centro das atividades humanas devido à sua importância biológica e econômica para as populações litorâneas, alta produtividade e fácil acessibilidade, encontrando-se, dessa forma, sob uma forte pressão antrópica. Essa interferência provoca modificações no desenvolvimento dos manguezais e na biodiversidade, muitas vezes levando à eliminação de espécies sensíveis (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

A destruição dos manguezais e dos apicuns ocorre como resultado da expansão urbana, do turismo, da agricultura, da instalação de viveiros de aquicultura, entre outros, Um dos maiores problemas enfrentados no Nordeste brasileiro é a atividade da carcinicultura, que através da sua instalação e manutenção acarreta impactos negativos para o estuário, tornando irreversível o equilíbrio do ambiente (OLIVEIRA, 2004).

A área estuarina do rio Itapessoca, localizada no município de Goiana-PE, abriga uma grande diversidade de fauna e flora, constituindo uma importante fonte de sustento para as comunidades urbanas e rurais circunvizinhas. O estuário está sendo degradado devido à ação poluidora dos resíduos de origem doméstica e industrial, e o manguezal, por sua vez, está sendo pressionado pelas instalações da atividade de carcinicultura e pela cultura da cana-de-açúcar, que pode alterar de forma significativa as características do ecossistema (CPRH, 2001).

Silva (2006), ao estudar o reconhecimento dos impactos ambientais pelas comunidades do estuário do rio Itapessoca, identificou que a quantidade do pescado, assim como o tamanho dos espécimes, tem diminuído devido à pesca intensiva, uso de bomba e veneno, despejo de esgoto doméstico e resíduos sólidos.

Recentemente foi aprovada a construção de um complexo industrial, com porto e aeroporto, em Itapessoca, projeto chamado de pe2 - pólo ecológico. Essa construção terá

parceria público-privado (GOMES et al., 2011). O complexo logístico, integrado com o porto, rodovia e um aeroporto de cargas na Ilha de Itapessoca, possivelmente causarão grandes impactos no ambiente, devido à descaracterização geoambiental e ecodinâmica do manguezal por remobilização dos sedimentos para a construção do porto, desmatamento da vegetação de mangue, bloqueio da maré, assoreamento do apicum, entre outros problemas.

Assim, torna-se de fundamental importância estudar toda a dinâmica do apicum e exigir leis específicas para esta feição, uma vez que ela representa o estágio sucessional do mangue, refúgio, alimentação e local de reprodução para a fauna, área para mariscagem e vias de acesso para as comunidades tradicionais e, por fim, para a expansão da vegetação de mangue.

2 REVISÃO DA LITERATURA

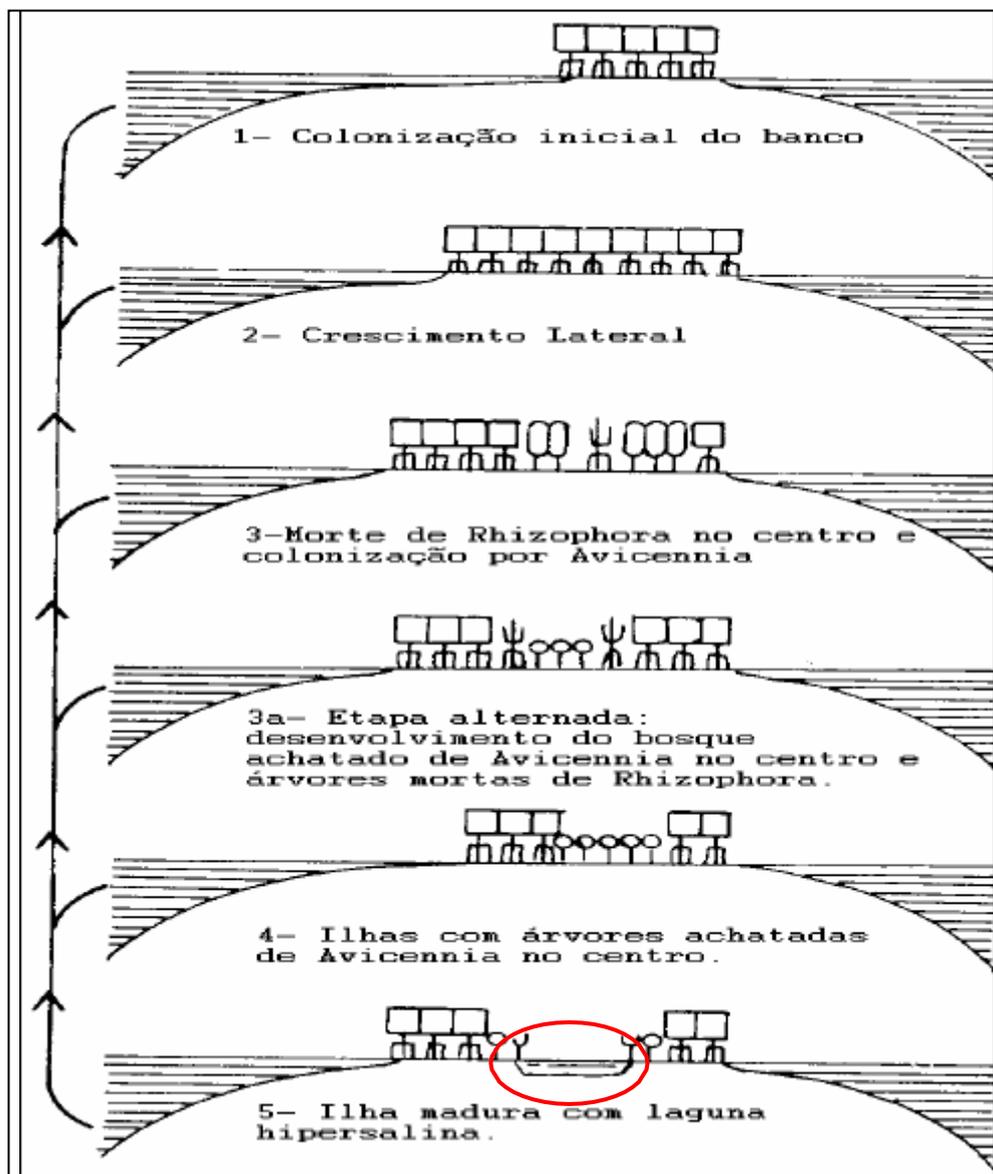
2.1 Definições Sobre o Conceito e Formação de Apicuns no Mundo e Brasil

Inseridas no ecossistema manguezal encontram-se áreas com hipersalinidade no sedimento (PELLEGRINI, 2000), conhecida pela linguagem indígena como apicum, que significa “coroa de areia” e em outro lugares do mundo por *tanne*, fazendo referência a “terra nua”, *bucanes*, *supratidal flats*, *hipersaline tidal flats*, *sira sira* em Madagascar e *salt flats* (ARTIGAS et al., 1997; PELLEGRINI, 2000; HADLICH et al., 2008). O termo apicum, segundo Santos et al. (1996) apud Pellegrini (2000), nem sempre está associado com uma planície hipersalina marinha, mas sim muitas vezes em ambientes terrestres.

Apicuns são áreas salgadas, de solo geralmente arenoso, podendo ser desprovidas de cobertura vegetal ou abrigando uma vegetação herbácea. São áreas planas de elevada salinidade ou acidez, podendo estar cobertas, em períodos de estação seca, por eflorescências salinas, banhadas somente pelas marés de sizígia, e, além disso, são antigas áreas de mangue. Seu sedimento é caracterizado como arenoso e argiloso, incluindo depósitos minerais tais como o gesso e halita, que formam crostas na superfície, as concentrações de carbonato são baixas e a matéria orgânica alta principalmente em profundidades do sedimento (MARIUS, 1985; BIGARELLA, 1947; NASCIMENTO, 1993 apud SCHAEFFER-NOVELLI, 1999; PROST, 2001; LENGIBRE, 2007, HADLICH et al., 2008; UCHA et al., 2004, 2008; GEOSCIENCE AUSTRALIA, 2012).

De acordo com o modelo de Cintrón et al. (1978), para o desenvolvimento do apicum haveria a princípio a propagação de um banco arenoso colonizado pela espécie *Rhizophora mangle*; devido ao forte hidrodinamismo essa espécie é mais adaptada em ambientes de solo instável e encharcado. Com o crescimento do bosque haveria também um aumento do banco tanto na largura como na altura e isto reduziria a constância de inundação pelas marés na parte interna do bosque de mangue, acarretando no aumento da salinidade intersticial favorecendo a instalação de *Avicennia* sp. Portanto, com o contínuo processo, haveria a formação de áreas cada vez mais hipersalinas que impediria o desenvolvimento pleno do bosque, reduzindo sua estrutura e, por consequência, causando seu desaparecimento, tendo dessa forma o desenvolvimento de áreas de apicum (CINTRÓN et al., 1978).

Figura 01- Esquema da teoria para formação de apicuns proposta por Cintrón *et al.* (1998) e adaptada por Pellegrini (2000).



De acordo com Lengibre (2007) e Hadlich et al. (2009), podem ser encontrados diversos tipos de apicuns: próprio, herbáceo, pulvurulento, incluso e de encosta.

Em relação aos tipos encontrados destacam-se: apicum próprio, sem nenhum tipo de vegetação, solo nu, devido à elevada salinidade ou acidez; apicum herbáceo, quando há presença de vegetação herbácea rala ou vegetação lenhosa; ou pulvurulento, que ocorre quando a superfície permanece muito tempo sem ser recoberta pela maré, no período seco. Quanto à localização podem ser distinguidos dois tipos: apicum incluso, aquele que está inserido no bosque de mangue sem nenhum contato com áreas continentais; e o apicum de

borda, situado entre a encosta e a vegetação de mangue (LENGIBRE. 2007). Ainda segundo Luxembourg (1992), o apicum também é encontrado ao longo de canais.

Apesar de ser considerado um deserto por alguns autores, é possível observar a existência de vegetação e de alguns animais no entorno e no próprio apicum. Das espécies de mangue encontram-se *Rhizophora mangle* L, *Avicennia schaueriana* Stapf. e Leechman, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f, *Sesuvium portulacastrum* L e outras vegetações halófitas como o *Paspalum maritimum* Trin. *Salicornia perennis* Mill, *Eleocharus mutata* S. & W. (MARIUS, 1985; CÁMARA et al., 1997; SIQUEIRA, 2009).

A fauna presente nessas planícies hipersalinas é caracterizada pelo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), *Uca thayeri* (Rathbun, 1900), *U. mordax* (Smith, 1870), *U. leptodactyla* (Rathbun, 1898), *U. rapax* (Smith, 1870), *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), Mytilidae (Linnaeus, 1758), *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), *Callinectes danae* (Smith, 1869), (NASCIMENTO, 1993; SCHAEFFER-NOVELLI, 2001; COSTA et al., 2012) e por aves que utilizam essas áreas para refúgio, descanso e alimentação, especialmente durante a estação chuvosa (MEIRELES et al., 2010, GEOSCIENCE AUSTRALIA, 2012).

Os apicuns são referidos em várias localidades no mundo: Papua Nova Guiné e Madagascar por Guilcher (1955) e Salomon (1956, 1965b); na Austrália, Nicarágua e Equador por Fosberg (1961) e Lengibre (2007); em Senegal e Gâmbia por Marius (1985); na Índia por Kerrest (1980); no México, Costa Rica e Haiti por Lebrige (1983, 1994a, 1994b).

No Brasil são encontradas feições de apicuns associadas à feição de mangue desde o Estado do Pará até a Ilha de Santa Catarina, segundo Pellegrini (2000).

Apesar de ter aumentado nos últimos anos, os estudos sobre apicuns ainda são insuficientes para o conhecimento de sua dinâmica no Brasil. A grande maioria dos trabalhos publicados sobre apicuns está incluída em estudos e/ou mapeamentos do ecossistema manguezal e das zonas costeiras e poucos abordam especificamente esta feição.

Alguns autores realizaram estudos relacionados aos apicuns. Citrón et al. (1978) pesquisaram apicuns de Porto Rico e propuseram um modelo do processo de formação do mesmo, além de analisarem a vegetação de mangue existente na área. Marius (1985) analisou fisicamente e quimicamente o sedimento dos apicuns e de mangue no Senegal. Em 1997, Artigas e colaboradores estudaram os aspectos gerais dos apicuns, denominados

de *bucanes* da República Dominicana; Treiwn (2013) constatou a diminuição de 52% dos *saltflats* da região de Porto Curtis, na Austrália, no período de 60 anos (1941 a 1999), devido ao desenvolvimento urbano na região.

No Brasil, Pelegrinni (2000) definiu o processo de formação e manutenção do apicum em Guaratiba-RJ por meio do monitoramento da salinidade da água intersticial, levantamento micro-topográfico, análise granulométrica e caracterização estrutural do bosque de mangue próximo ao apicum.

Em 2004, Lugli buscou informações do apicum associado com o mangue do rio Tavares-SC, visando caracterizar a área e sua relação com a vegetação no entorno; Jesus et al. (2009) realizaram um mapeamento multitemporal de apicuns na Bahia, no qual observaram a diminuição dos apicuns de Madre de Deus e Saubara; Hadlich et al. (2009) descreveram os principais aspectos dos apicuns na Baía de Todos os Santos-BA, além da análise física e química dos sedimentos. Ainda em 2009 estes autores realizaram uma análise espaço temporal desta mesma área; Hadlich et al. (2010) caracterizaram física e quimicamente os apicuns e entornos do manguezal da Baía de Todos os Santos-BA; Meirelles, no ano de 2010, estudou os impactos da carcinicultura nos apicuns e nos mangues no Estado do Ceará.

Em Pernambuco os trabalhos sobre apicum foram desenvolvidos no rio Formoso por Siqueira (2009), que caracterizou a planície hipersalina por meio da micro-topografia, da salinidade e da cobertura vegetal. Oliveira et al. (2012) pesquisaram o apicum do estuário do rio Itapessoca-PE por meio de análise da distribuição sedimentar atual. Santana et al. (2010) avaliaram o comportamento temporal dos apicuns no estuário do rio Itapessoca, constatando o aumento desta feição. Silva (2012) analisou alguns componentes físicos e químicos e o comportamento espectral dos sedimentos de apicum no mesmo estuário. Ainda no estuário do rio Itapessoca, Oliveira et al. (2013) caracterizaram o apicum por meio da análise da distribuição sedimentar atual.

Por serem pouco estudados e conhecidos, os apicuns são alvos fáceis para a ação do homem, destacando-se, dentre os tensores atuantes nestes ambientes: construção de viveiros, aterramento para construções, assoreamento natural causado pela grande quantidade de material oriundo da encosta e poluição doméstica e/ou industrial. Como consequência destes tensores devem ser ressaltados os seguintes impactos: mudanças estruturais e pedológicas do solo do apicum e de setores desmatados; assoreamento das áreas com vegetação de mangue e do apicum; alterações das propriedades biológicas que

dão sustentação à base da complexa cadeia alimentar; a extinção dos apicuns que antes eram utilizados pelas comunidades tradicionais para o desenvolvimento da mariscagem e captura de caranguejos, entre outros.

Apesar de fazer parte do ecossistema manguezal o apicum não é uma área de preservação permanente. Isto fica mais evidente no novo Código Florestal, Lei nº. 12.727, de 17 de outubro de 2012, aprovando o texto que não considera apicuns e salgados como áreas de preservação. Isso se deve por estas áreas serem consideradas ecologicamente áreas de degradação da vegetação de mangue e também ao potencial econômico da área, que é utilizada para o cultivo de camarão, apesar da importância desse ambiente para o próprio ecossistema manguezal. Contudo, é importante a preservação dessa feição uma vez que ela tem uma representatividade muito grande no ecossistema manguezal, através da recolonização da vegetação de mangue e de outras espécies.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Caracterizar e compreender a dinâmica dos apicuns de Barra de Catuama no estuário do rio Itapessoca, Goiana/PE, por meio da análise espaço temporal e dos componentes físico-químicos dos sedimentos.

3.2 Específicos

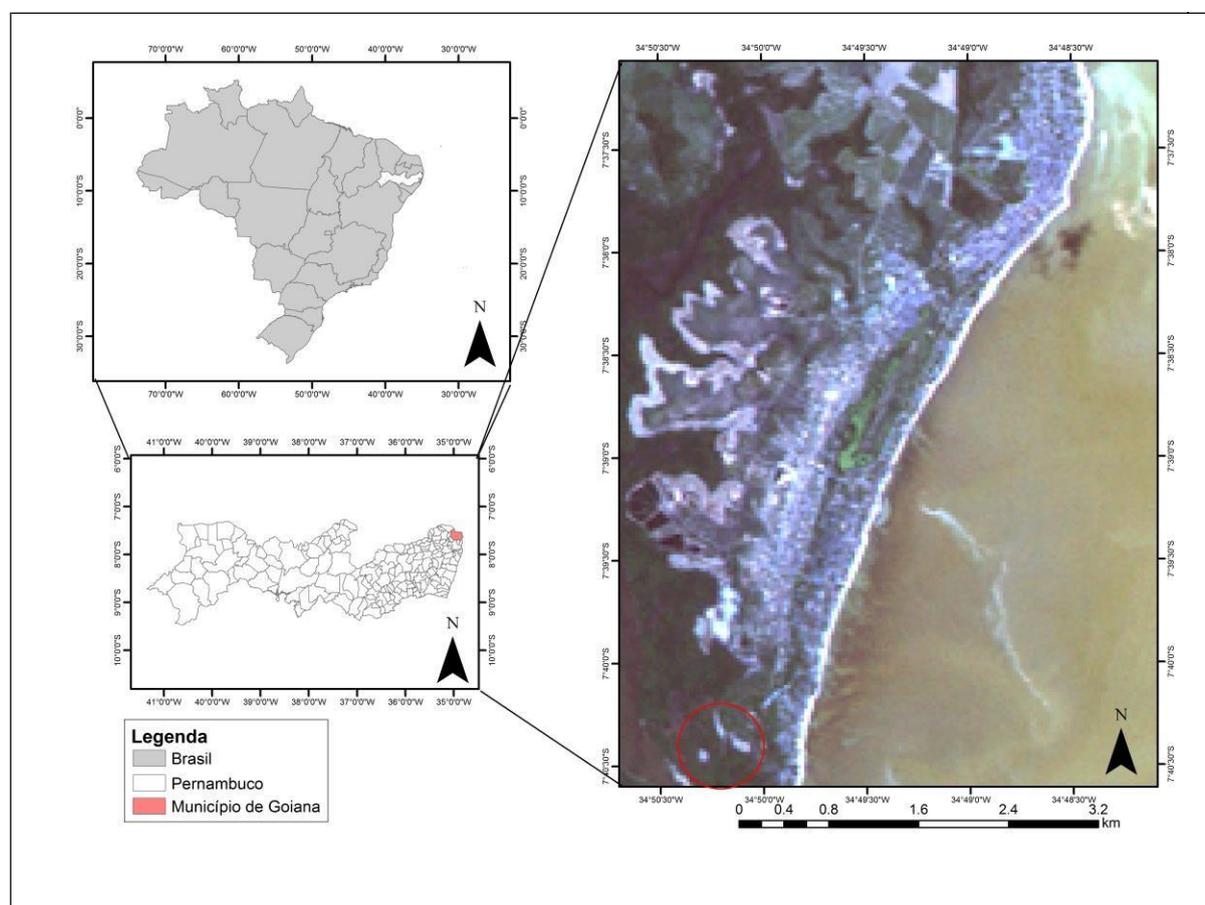
- Analisar espacialmente e temporalmente a feição apicum;
- Analisar as características físicas dos sedimentos;
- Analisar as características químicas dos sedimentos.

4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização Geográfica

A área de estudo está localizada em Barra de Catuama (Figura 02), estuário do rio Itapessoca, no município de Goiana, litoral norte de Pernambuco. O estuário tem uma área total de 3.998 hectares, sendo considerada a terceira em extensão no Estado de Pernambuco e segunda no município de Goiana (FIDEM, 1987; IBAMA, 2009).

Figura 02- Localização dos apicuns de Barra de Catuama, estuário do rio Itapessoca-Goiana/PE.



Fonte: Dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco e do Google Earth. 2013.

4.2 Hidrografia

Localizada na porção sul-oriental do município de Goiana, a bacia do rio Itapessoca totaliza 12.584,06 hectares, o que representa 9,2% da superfície do litoral norte pernambucano e 25,3% do município de Goiana. Limita-se, ao norte, com a bacia do rio Goiana; ao sul, com a bacia dos rios Botafogo-Aratoca e Canal de Santa Cruz; a oeste, com a sub-bacia do Botafogo; e, a leste, com as microbacias da vertente atlântica (CPRH, 2001).

O rio Itapessoca resulta da confluência de vários rios de pequena dimensão que nascem na vertente dos tabuleiros localizados ao norte e a oeste da ilha de Itapessoca. O sistema do estuário é formado pelos rios Itapessoca, Ibeapucu, Sirigi e o Guariba, este último tendo em sua margem esquerda a vila de Tejucofapo. Todos os rios são de drenagem exorréica e características retilíneas, onde o regime de chuvas bem distribuídas propicia uma rede fluvial perene, abrigando fauna e flora variadas (CONDEPE, 1980; CPRH, 2001).

As atividades predominantes na bacia são: cultura da cana-de-açúcar, do coco e de outras fruteiras. A avicultura, a exploração de areia, a extração de calcário para produção de cimento (na Ilha de Itapessoca) e de cal (no Engenho Megaó de Cima, em Tejucofapo) são atividades causadoras da degradação dos recursos hídricos, bem como da fauna e flora local, através de produtos utilizados na cana-de-açúcar e na avicultura, nos resíduos de origem doméstica e industrial, acrescido do assoreamento dos rios por meio da extração mineral (CPRH, 2001).

A atividade da pesca tem bastante representatividade no litoral norte de Pernambuco, principalmente as comunidades ribeirinhas de Barra de Catuama que se caracterizam por possuírem população de pescadores que têm do mar sua única fonte de renda (IBAMA, 2009).

4.3 Cobertura Vegetal e Fauna

A vegetação é composta por resquício da Mata Atlântica, em elevado grau de degradação, a qual está sendo substituída pela monocultura da cana-de-açúcar (IBAMA, 2009).

Nas matas são encontradas, entre outras espécies, *Tapirira guianensis* (Aub), *Thyrsodium schomburkianum* (Benth), *Bowdichia virgiloides* (Kunt), *Eschwehlera ovata* Cambess, *Byrsonima sericea* (A. Juss), *Abarema cochliocarpos* (Gomes) Barneby & J.W.Grimes, *Parkia pendula* (Willd), *Cecropia adenopus* (Mart. ex Miq.), *Anacardium occidentale* (Linn).

Com relação à fauna citam-se as espécies: *Crotophaga ani* (Linnaeus, 1758), *Guira guira* (Gmelin, 1788), *Pitangus sulphuratus* (Linnaeus, 1766), *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758), *Bradypus variegatus* (Schinz, 1825) (CPRH, 2001).

Segundo Coelho e Torres (1982), as áreas estuarinas no Estado de Pernambuco ocupavam 25.040 hectares, dos quais 17.372 hectares estavam inseridos nos municípios de Goiana, Itapissuma e Igarassu. Atualmente, de acordo com a Companhia de Recursos Hídricos de Pernambuco (2001), houve uma diminuição, apresentando 23.973 hectares, sendo 14.064 inseridos nos mesmos municípios.

Encontra-se com grande representatividade na vegetação de mangue as espécies *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia* spp. (mangue canoé ou preto) e o *Conocarpus erectus* (mangue de botão) (SILVA, 2003), *Acrostichum aureum* (L. Common), *Eleocharis* (R. Brown), entre outras. Nas áreas brejosas a montante do mangue desenvolve-se uma vegetação higrófila típica, muitas vezes dominada pela *Montrichardia linifera* (Arruda) (CPRH, 2001).

4.4 Relevô e Geologia

O relevo característico do litoral norte, sobretudo no litoral do município de Goiana, está constituído pela Planície Costeira e os Tabuleiros Costeiros (CPRH, 2001).

As estruturas geológicas que afloram no litoral norte estão distribuídas em ordem decrescente de extensão, da seguinte forma: Formação Barreiras; Formação Beberibe; Formação Gramame; Embasamento Cristalino; Sedimentos recentes (terraços marinhos, depósitos aluviais, Formação Gramame, depósitos fluviolagunares, depósitos de mangue, depósitos de praia e recifes) e Formação Maria Farinha (CPRH, 2001).

Os depósitos de mangue são próprios de estuários afogados, estando, portanto, associados às fases de transgressão marinha. Os depósitos mais extensos estão localizados no estuário dos rios Goiana-Megaó, Itapessoca, Botafogo-Aratoca, Igarassu, Timbó e no Canal de Santa Cruz. Os terraços marinhos são depósitos de areias quartzosas não

consolidadas que ocorrem tanto na porção interna da planície costeira (Terraços Marinhas Pleistocênicos) como na porção externa desta (Terraços Marinhas Holocênicos). Sua origem está associada às oscilações do nível do mar ocorridas durante o período Quaternário (IBAMA, 2009).

4.5 Clima

Segundo Andrade et al. (2005), a região norte do Estado de Pernambuco apresenta clima quente e úmido do tipo Aw na classificação de Köppen. O clima é quente e úmido, com temperaturas médias anuais em torno de 25,1°C. Os meses de julho e agosto são considerados os menos quentes do ano, enquanto dezembro, janeiro e fevereiro são os mais quentes, com temperaturas médias mensais 26,3° C (SILVA, 2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Análise Espaço Temporal

Inicialmente, realizou-se o reconhecimento da área dos apicuns de Barra de Catuama com base em Santana et al. (2010) para seleção das áreas a serem estudadas.

Para análise espaço temporal dos apicuns foram confeccionados dois mapas, do ano de 1979 e de 2010. Foi utilizada ortofotocarta do ano de 1979, comprada na Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE-FIDEM) e a imagem do ano 2010 adquirida do Google Earth. Foram utilizados apenas dois mapas devido à falta de imagens com boa resolução espacial. As mesmas foram georreferenciadas para o Sistema de Projeção UTM – Datum SAD-69, zona 25. Em seguida, foram criadas *shapefiles* que corresponderam às *layers* (camadas), nas quais foram vetorizadas as classes de apicum, vegetação de mangue, vegetação rasteira/morta, solo exposto/ trilha e Rio. Posteriormente, foram calculadas as áreas de cada classe estimando a quantidade em hectares dos apicuns e da vegetação de mangue para as duas datas, onde todo o processo foi realizado utilizando-se o software ArcGis 9.3 licenciado pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) do Departamento de Ciências Geográficas – DCG da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

5.2 Análise dos Sedimentos

Foram selecionados dois apicuns (A e B) tomando como base o mapa do estuário do rio Itapessoca elaborado por Santana (2010) e considerando a proximidade entre as áreas de coleta, o grau de acessibilidade e a classificação quanto à localização, sendo um incluso e outro de borda.

Para comprovação de que os mesmos eram planícies hipersalinas foi aferida a salinidade da água intersticial nos apicuns A e B, utilizando a metodologia de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986). Foram utilizados tubos de PVC de 30 cm de altura e 32 cm de diâmetro com pequenos furos para a passagem apenas da água intersticial, inseridos no sedimento em campo. A água no PVC foi retirada com uma mangueira tubo de látex (chamado de garrote ou borracha de soro) e uma seringa de 10 ml acoplada, sendo em

seguida aferida com refratômetro óptico modelo Instrutherm de escala 0 a 100‰ (Figura 03).

Para as análises física e química dos sedimentos foi utilizado metodologia de análise de solo e não de sedimento, por ser o método usado no laboratório de Química da UFRPE.

Figura 03 - Apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) coleta da água intersticial com cano de PVC para análise da salinidade; (B) aferição da salinidade da água intersticial; (C) altura do cano de PVC.



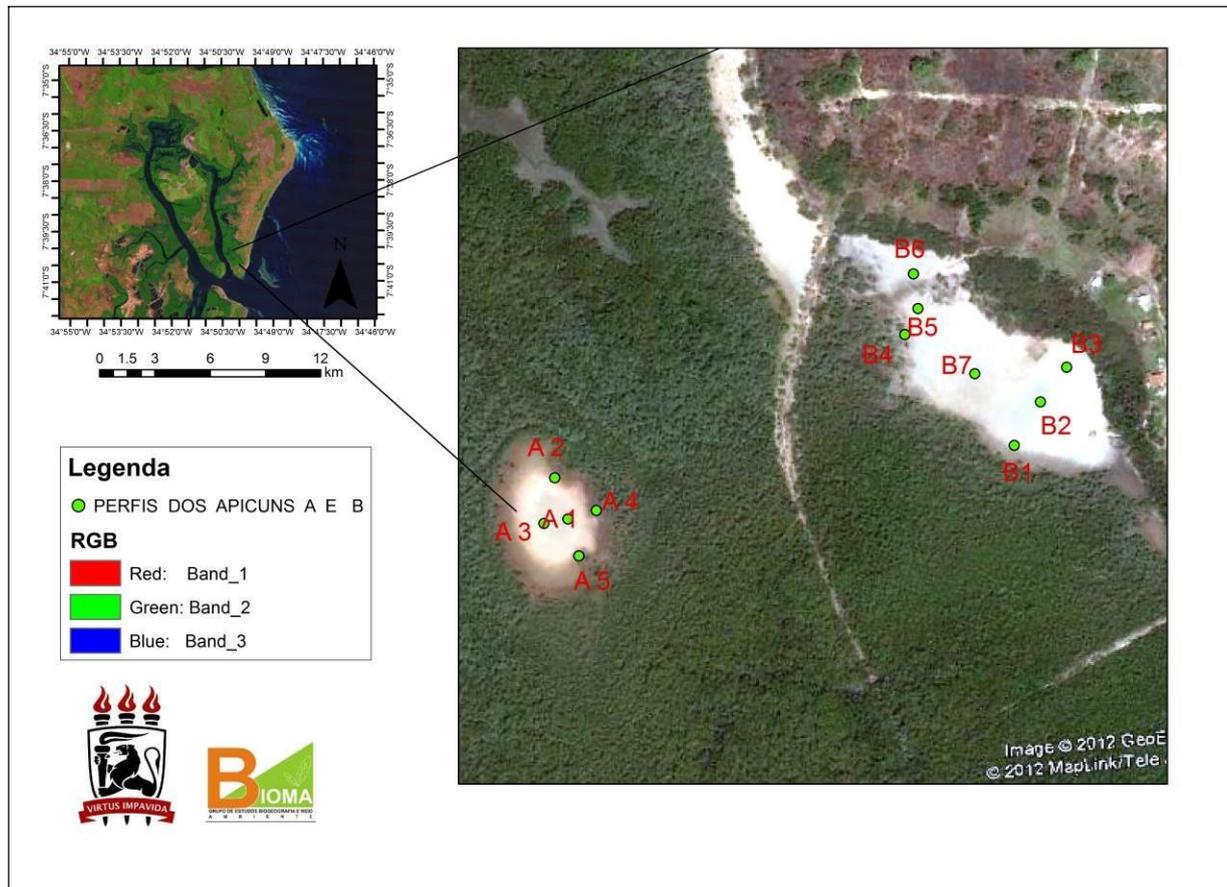
Fonte: Santana/2012

Em cada apicum foi realizada a abertura de perfis, que foram espacialmente distribuídos da seguinte forma: no apicum A foram abertos cinco perfis (A1, A2, A3, A4 e A5), e no apicum B, sete (B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7) (Figura 04), nos quais foram retiradas amostras de sedimento para as análises físicas e químicas.

As coletas foram realizadas durante quatro incursões, onde se levou em consideração para a escolha das datas os dias que apresentassem a menor amplitude de maré de acordo com a tábua de marés disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias e Marinhas do Brasil, uma vez que o apicum deve estar seco e/ou pouco inundado. Desta forma, as aberturas dos perfis foram realizadas nas seguintes datas:

31/10/2011 (maré 0.6 às 13h09min); 09/02/2012 (0.1 às 10h56min); 09/03/2012 (0.0 às 10h36min); e 12/03/2012 (0.3 às 12h56min).

Figura 04- Localização dos pontos de abertura dos perfis nos sedimentos dos apicuns A e B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: ZAPE e Google Earth, 2012.

A distância entre os perfis variaram de 20 a 30 metros, acompanhando o gradiente de inundação das marés. Os perfis foram escavados numa área de 1m², com profundidades entre 60 cm e 100 cm para coleta das amostras das camadas existentes, conforme a metodologia proposta por Hadlich et al. (2010).

Para a determinação das camadas utilizou a diferenciação das cores e da textura, metodologia de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2005), realizada em campo. As amostras, com 1 kg cada, foram armazenadas em sacos plásticos e etiquetadas com suas respectivas áreas de coletas e demais informações (Figura 05).

Figura 05- Apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) abertura do perfil para a coleta das amostras; (B) medição das camadas; (C) acondicionamento das amostras.



Fonte: Santana/2012

5.2.1 Análise Física dos Sedimentos

Análise da Cor

Para a caracterização da cor do sedimento utilizou-se o Sistema Munsell de Cores, cuja cor é determinada por três componentes: Matiz, Valor e Cromo. Segundo Dalmolin et al. (2011), o matiz é o comprimento de onda da luz, o valor é o brilho ou tonalidade e croma é a intensidade ou pureza da cor em relação ao cinza.

Análise Granulométrica

Após a coleta o material foi seco ao ar, destorroado e peneirado em malha de 2 mm para a realização das análises. As amostras foram submetidas à análise granulométrica utilizando-se metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA (1997), com fracionamento de areia grossa, areia fina, silte e argila.

5.2.2 Análise Química dos Sedimentos

As variáveis químicas avaliadas foram: potencial de hidrogênio (pH), os cátions trocáveis (Na^+), (K^+), (Ca^{2+}) e (Mg^{2+}), carbono orgânico total e a condutividade elétrica do extrato (CE), tendo sido utilizadas as metodologias descritas pela EMBRAPA (2009) e por Freire (2000).

Para determinação da salinidade da água intersticial dos sedimentos nas estações dos perfis, foi utilizada a metodologia de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) adaptada, na qual se utilizam tubos de PVC de 30 cm de profundidade com pequenos furos para a passagem apenas da água intersticial, que são fixados no sedimento. A água no tubo foi retirada com uma mangueira tubo de látex (chamado de garrote ou borracha de soro) e uma seringa de 10 ml acoplada, sendo em seguida aferida com refratômetro óptico modelo Instrutherm de escala 0 a 100‰.

5.3 Análise dos Componentes Principais-ACP

A análise dos Componentes Principais (ACP) é indicada para identificar o padrão de correlação ou de covariância entre as variáveis (THOPSON, 2004).

Os dados foram submetidos à análise por componentes principais com o objetivo de verificar quais parâmetros físicos e químicos poderiam ser utilizados para diferenciar ou indicar similaridades entre os perfis dos apicuns A e B. O conjunto de métodos analíticos, cujos resultados configuram-se em uma matriz multidimensional, foi submetido à análise de ACP, que consiste de um conjunto de ferramentas estatísticas orientadas a comprimir a matriz original, que foram padronizados para diminuir as implicações das diferentes unidades. Em seguida, realiza-se uma análise multivariada executando uma associação das amostras por meio das semelhanças baseada na análise da correlação momento-produto de Pearson. Após esse processo foram computados os autovalores da matriz de dispersão,

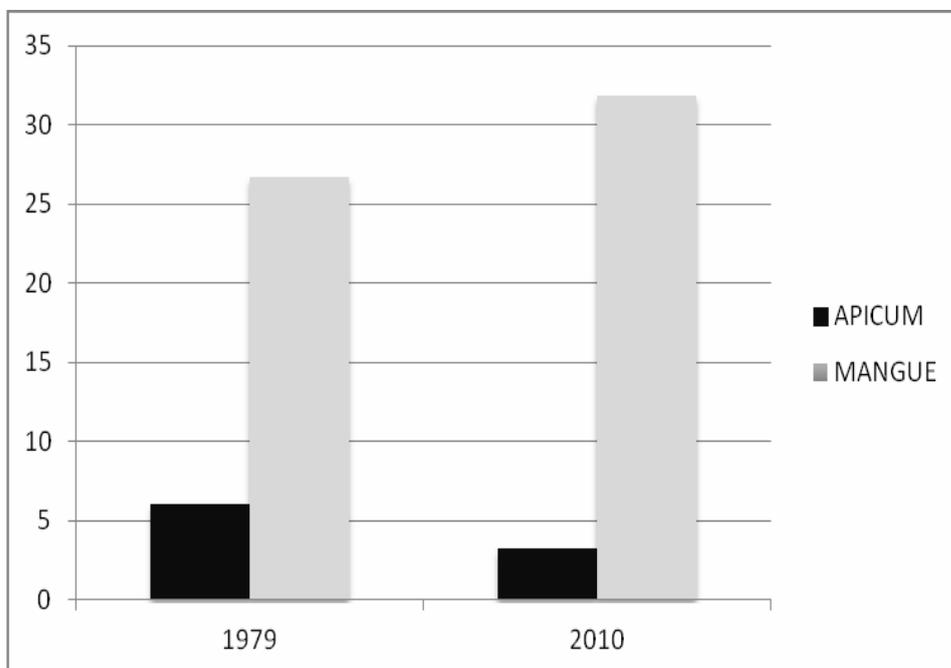
associando a cada um desses autovalores, autovetores, os quais correspondem aos eixos principais do espaço multidimensional.

6 RESULTADOS

6.1 Análise Espaço Temporal dos Apicuns de Barra de Catuama

Os apicuns apresentaram variações espaço temporais significativas no mapeamento para o período analisado. Na imagem de 1979 a área total ocupada foi de 6,06 hectares e em 2010 houve uma redução para 3,2ha. Essa diminuição foi devido ao aumento da vegetação de mangue, que em 1979 era de 26,70ha e em 2010 passou para 31,80ha (Figuras 06 e 07).

Figura 06 - Variação espaço temporal, em hectares, dos apicuns e do mangue em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: Autora/2013

Na imagem de 1979 observou-se uma grande quantidade de possíveis apicuns em Barra de Catuama, nove no total, sendo todos de características do tipo incluso. Para auxiliar na identificação as áreas foram classificadas como A, B, C, D, E, F, G, H, I. Nota-se que a vegetação de mangue nesse ano mostrou-se mais “aberta” em algumas áreas, sendo possível a visualização de áreas alagadas, além de áreas como trilhas/vias de acesso (Figuras 07, 08 e 09, Tabela 01).

Em 2010, após 31 anos, foram observadas grandes mudanças nas planícies hipersalinas, no geral. Alguns apicuns tiveram suas áreas reduziram, outros aumentaram ou

até mesmo desapareceram. O apicum da área A, que totalizava 3,2ha em 1979, reduziu para 0,8ha em 2010, assim como os apicuns F e G, que passaram de 0,94 ha para 0,75 ha e de 0,10 ha para 0,04 há, respectivamente. Por outro lado, houve um aumento nos apicuns C, D e E, que em 1979 possuíam 0,10, 0,10 e 0,008ha, e em 2010 atingiram 1,41, 0,22 e 0,22ha, respectivamente. A colonização completa pela vegetação de mangue causou o desaparecimento das planícies hipersalinas H e I.

A diminuição ou redução total dos apicuns foram em detrimento da colonização por vegetação de mangue, suscitando assim uma sucessão ecológica no ecossistema manguezal.

A imagem de 2010 mostra o aparecimento de uma área caracterizada por vegetação rasteira e/ou vegetação morta, que se tornou limite entre os apicuns B, C, D e E, existentes em 1979 (Tabela 01. Figuras 07. 08 e 09).

Tabela 01 - Quantificação das áreas. em hectares. dos apicuns em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Apicuns	1979 (ha)	2010 (ha)
Apicum A	3,2	0,8
Apicum B	1,43	1,41
Apicum C	0,10	1,41
Apicum D	0,10	0,22
Apicum E	0,008	0,22
Apicum F	0,94	0,75
Apicum G	0,10	0,04
Apicum H	0,04	0
Apicum I	0,09	0
Área Total	6,06	3,2

Fonte: Autora/2013

Figura 07- Análise espaço temporal dos apicuns de Barra de Catuama, Goiana-PE nos anos de 1979 e 2010.

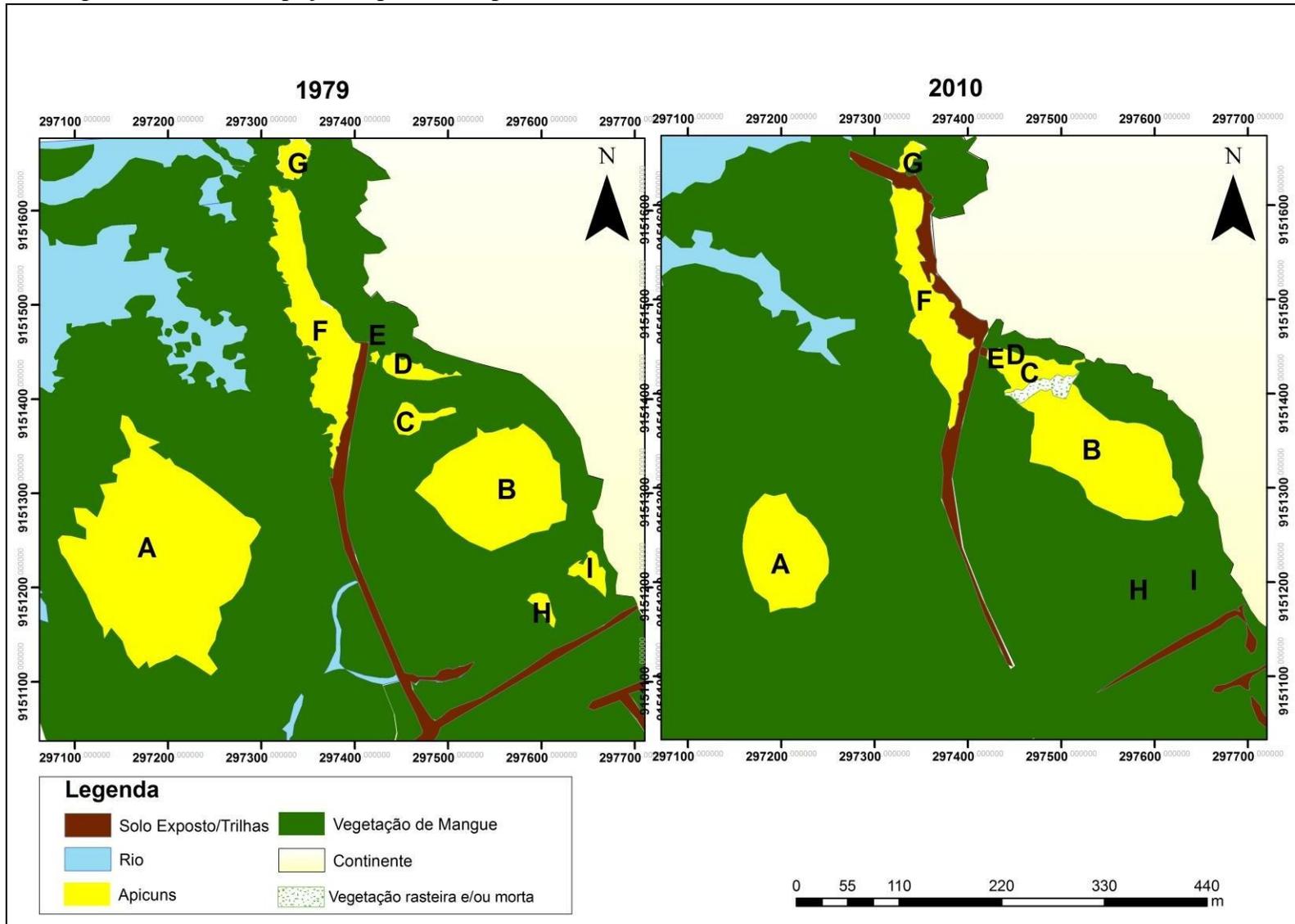


Figura 08- Mapeamento dos apicuns de Barra de Catuama, Goiana/PE nos anos de 1979 e 2010.

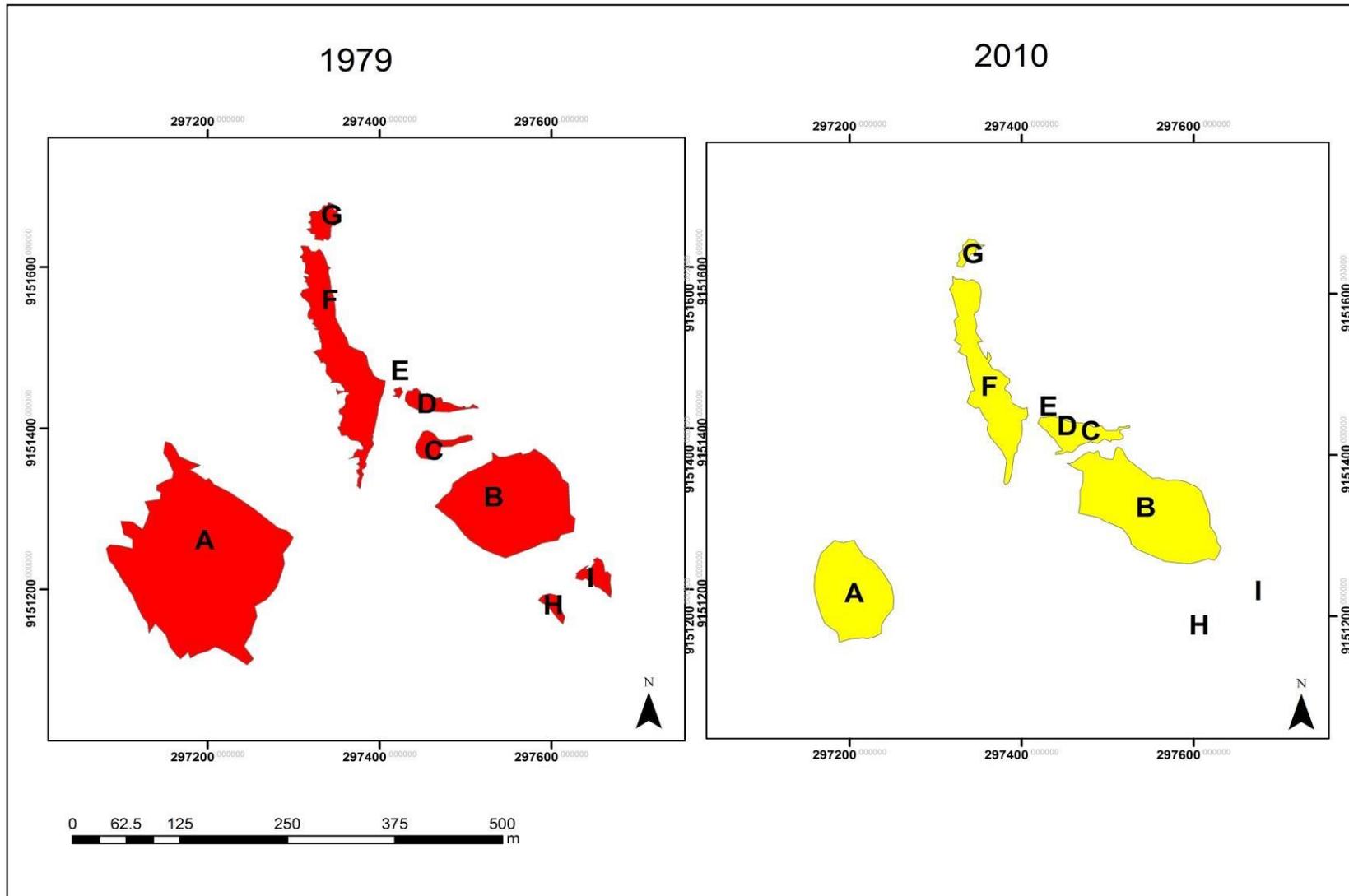
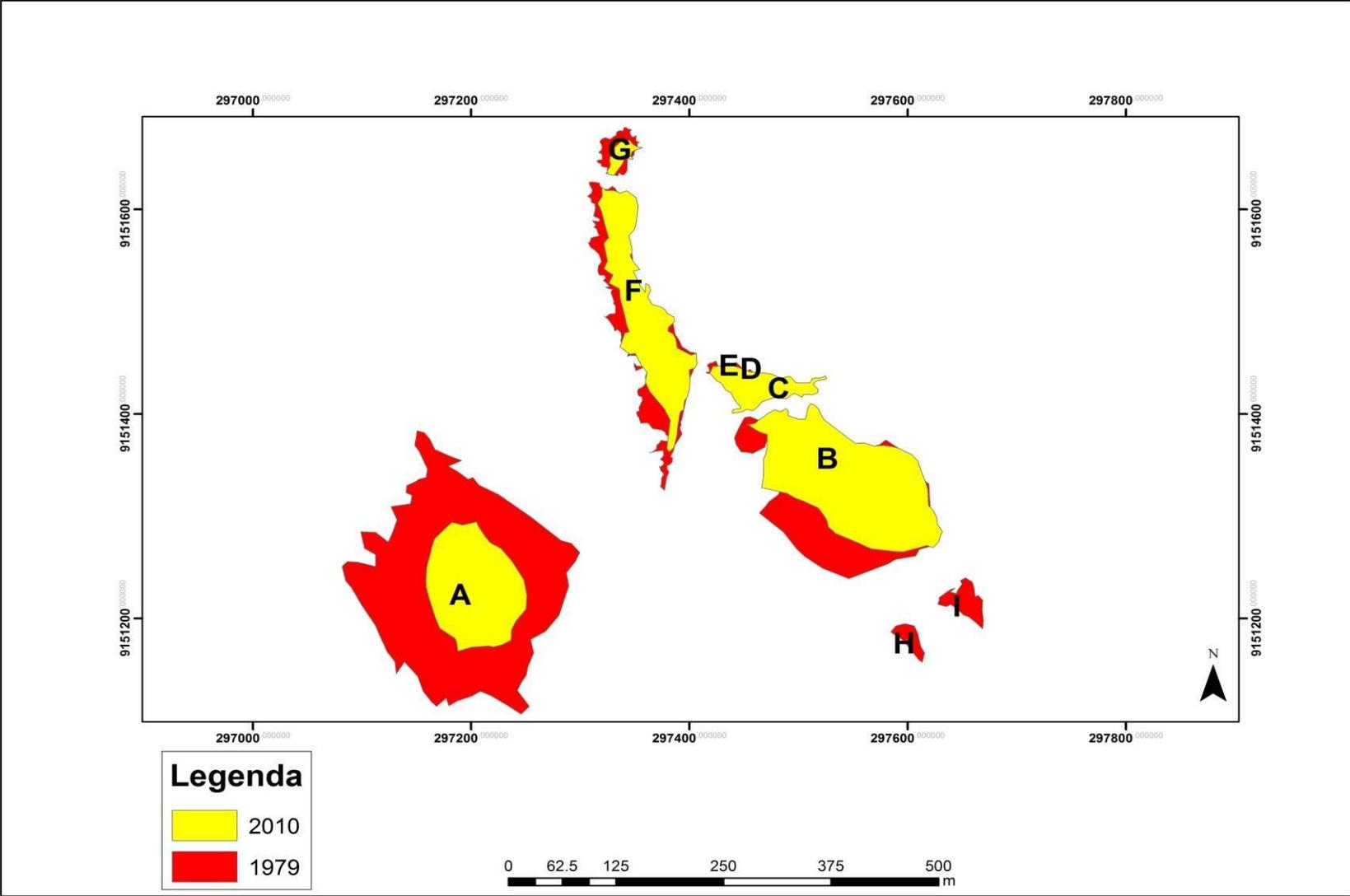


Figura 09 - Comparação entre os apicuns de Barra de Catuama, Goiana/PE nos anos de 1979 e 2010 .



6.2 Análises Físicas dos sedimentos dos Apicuns A e B

6.2.1 Análise da Cor dos Sedimentos do Apicum A

A cor é uma das mais importantes características do solo, sendo utilizada para identificação das camadas e/ou horizontes, além de ser um atributo diferencial para muitas classes de solos nos sistemas de classificação. A matéria orgânica e os óxidos de ferro são os principais agentes responsáveis pela cor dos solos (DALMOLIN et al., 2004).

As amostras de sedimentos nos cinco perfis no apicum A apresentaram, no geral, de duas a quatro camadas de diferentes tonalidades. A cor de cada camada variou de 10 YR 5/3 a 10 YR 3/1, com o aparecimento de cores de redução (mosqueados) originadas pelas oscilações do lençol freático. Nas camadas inferiores a presença de matéria orgânica ficou mais evidente pela coloração escura, indicando o antigo solo de mangue (Tabela 02).

Tabela 02: Valores de Matiz, Valor e Croma das camadas de cada perfil do apicum A, em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Camadas	Matiz	Valor	Croma
A1	1	10	5	3
	2	10	5	3
	3	10	4	3
	4	10	4	1
A2	1	10	4	4
	2	10	4	1
A3	1	10	5	3
	2	10	3	1
A4	1	10	5	4
	2	10	4	1
A5	1	10	3	5
	2	10	4	1

Fonte: Autora/2013

Observa-se na Tabela 02 que o Matiz não apresentou variação (10Y), o Valor esteve entre 3 e 5 e o Cromo, entre 1 e 5. Os valores caracterizam todas as amostras de sedimentos de (10 YR), variando entre as tonalidades de clara (5/1) a escura (3/1). Essa coloração possivelmente foi decorrente dos sedimentos carreados das imediações das formações Beberibe, Gramame e Maria Farinha.

As colorações 10 YR 4/n foram comumente encontradas em maiores profundidades. O perfil A1 foi o único que apresentou quatro camadas, estando este localizado na região central do apicum, sendo mais alta topograficamente que as áreas do entorno, possibilitando, desse modo, uma maior deposição. Os demais perfis apresentaram apenas duas camadas, sendo a primeira mosqueada e a segunda de coloração preta, o que pode ser explicado pela presença de matéria orgânica (Figura 10).

Figura 10 - Apicum A em Barra de Catuama. Goiana/PE: (A) visualização do perfil A1; (B) visualização do perfil A3.



Fonte: Santana/ 2013

6.2.2 Análise Granulométrica das Amostras do apicum A

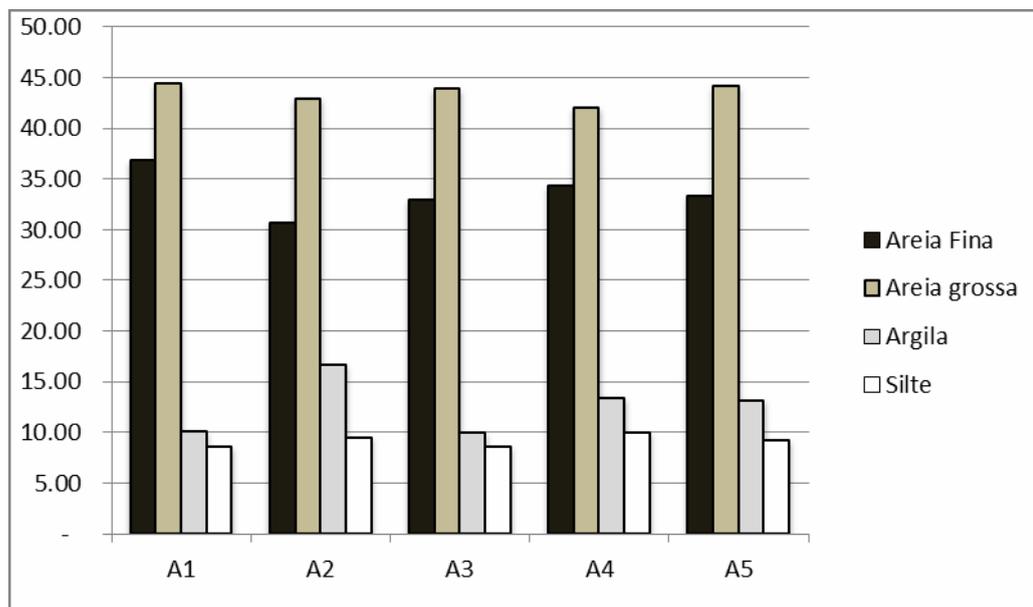
O perfil característico encontrado no apicum A foi de profundidade de até 60 cm, tendo uma superfície arenosa e as camadas mais profundas bastante argilosas. Foi facilmente identificado o antigo sedimento de mangue na 2ª camada dos perfis que apresentaram apenas duas camadas. Foi possível observar que se trata de um perfil de solo enterrado, sendo visível o soterramento das camadas nos cinco perfis. De acordo com os conteúdos de areia grossa, areia fina, argila e silte, a classe textural definida de todos os perfis foi areia franca, devido à elevada quantidade de areia, em seguida de argila e silte (Tabela 03, Figura 11).

Tabela 03 - Valores percentuais da composição granulométrica e classe textural dos perfis no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural
	Areia Fina	Areia Grossa * Argila	Silte		
A1	36,82	44,44	10,13	8,59	Areia franca
A2	30,74	42,99	16,71	9,55	Areia franca
A3	32,97	43,92	10,04	8,61	Areia franca
A4	34,40	42,11	13,39	10,09	Areia franca
A5	33,36	44,18	13,21	9,24	Areia franca

*Fração com maior porcentagem /Fonte: Autora/2013.

Figura 11 - Variação da composição granulométrica, em porcentagem, dos perfis no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: Autora/ 2013

Na análise de cada camada dos perfis notou-se que a presença da fração areia grossa foi superior à de areia fina, argila e silte, nesta sequência. Fica evidente que com o contínuo ciclo das marés existente na área, a fração de areia fina, a argila e o silte foram retirados por esse processo (Tabela 04).

Tabela 04 - Valores percentuais da composição granulométrica das camadas de cada perfil do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Camada	Composição Granulométrica			
		Areia Fina	Areia Grossa*	Argila	Silte
A 1	C1	38,91	51,49	5,34	4,25
	C2	35,86	44,04	4,56	15,52
	C3	36,16	41,14	16,8	5,89
	C4	36,37	41,1	13,84	8,68
A2	C1	25,30	56,84	12,16	5,68
	C2	36,17	29,15	21,26	13,41

A3	C1	31,29	49,48	9,98	9,24
	C2	34,66	38,37	10,1	7,99
A4	C1	34,66	38,37	13,54	13,42
	C2	34,15	45,85	13,24	6,75
A5	C1	28,28	55,68	11,14	4,89
	C2	38,43	32,68	15,28	13,59

Fonte: Autora/2013

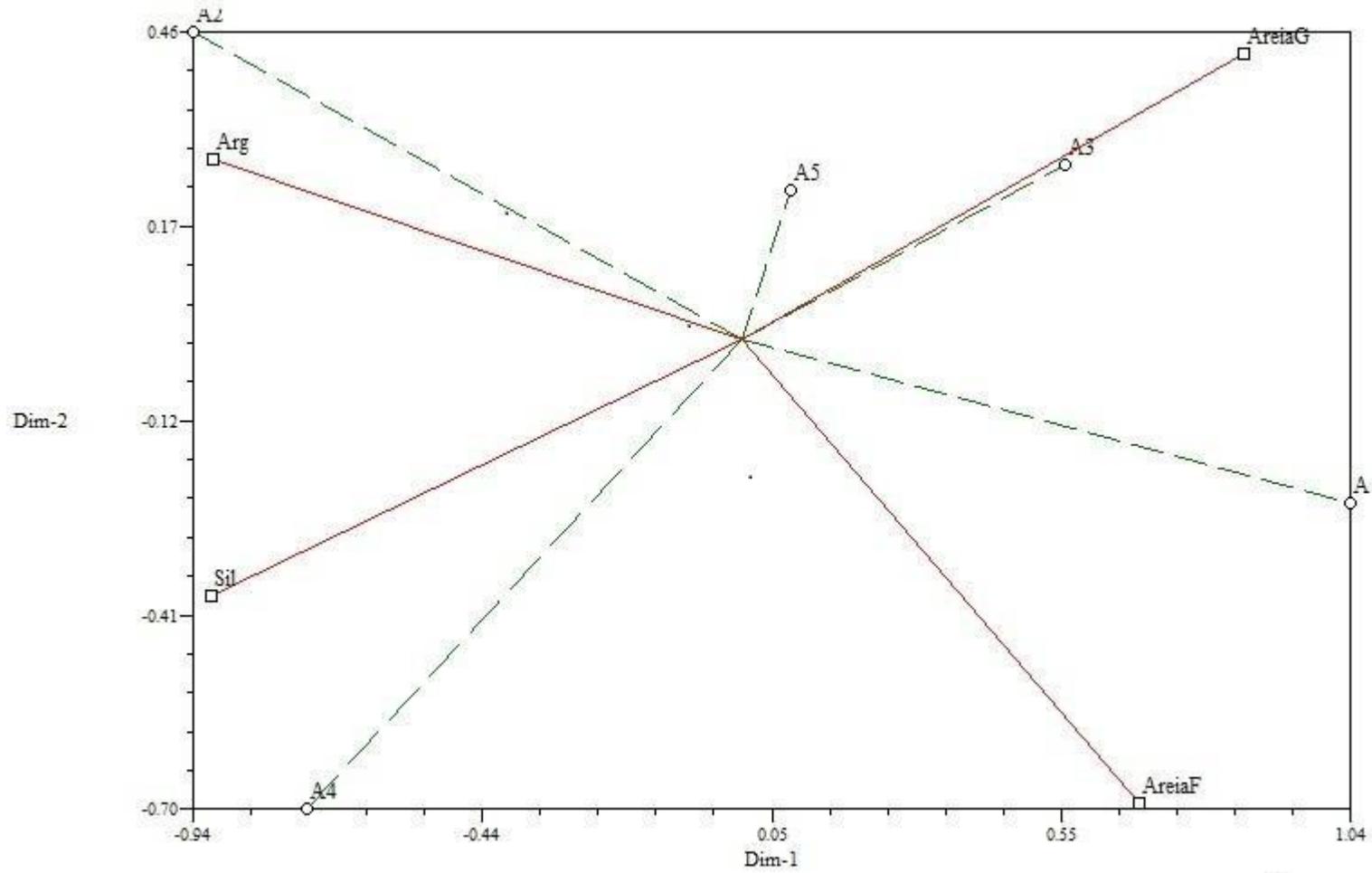
Na análise dos componentes principais, na dimensão um (D1) os índices estiveram relacionados com areia grossa, e inversamente proporcional aos índices de silte e argila. Na dimensão dois (D2) a areia grossa explicou os principais valores em detrimento da areia fina (Tabela 05, Figura 12). A partir da Análise dos Componentes Principais observou-se que, dentre os parâmetros físicos, a fração granulométrica areia grossa apresentou maior influência no apicum A.

Tabela 05 - Análise dos Componentes Principais nos sedimentos do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Parâmetros Analisados	D1	D2	D3
Areia Grossa	0,858	0,428	0,226
Areia fina	0,681	-0,692	0,233
Silte	-0,902	-0,270	0,324
Argila	-0,905	-0,384	0,104

* Os valores em negrito têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Figura 12- Análise dos Componentes Principais do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE



6.3 Análise da Cor dos Sedimentos do Apicum B

Os sete perfis abertos no apicum B apresentaram, de modo geral, de 3 a 5 diferentes camadas, com diferentes tonalidades. A cor de cada camada variou de 10 YR 7/3 a 10 YR 2/1 e mosqueados de 10YR 5/3 (Figura 13, Tabela 06).

Figura 13 - Perfis do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE: (A) perfil B2; (B) perfil B3; (C) perfil B4; (D) perfil B6; (E) perfil B7.



Fonte: Santana/2012

Nos perfis a Matiz não apresentou variação (10Y), o Valor esteve entre 2 e 7 e o Cromo entre 1 e 5. Os valores caracterizaram todas as amostras de sedimentos de (10 YR), variando entre as tonalidades de clara (7/1) a escura (2/1). Nas camadas superficiais (1, 2 e 3) as colorações foram variaram de 10 YR 7/3 a 5/1 e nas inferiores, entre 10 YR 3/n e 2/n.

Tabela 06 - Valores de Matiz, Valor e Cromo das camadas de cada perfil do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Camadas	Matiz	Valor	Croma
B1	1	10	6	1
	2	10	6	2
	3	10	3	2
	4	10	3	1
B2	1	10	6	2
	2	10	7	3
	3	10	5	3
	4	10	3	3
	5	10	3	1
B3	1	10	4	2
	2	10	5	3
	3	10	2	3
	4	10	2	1
B4	1	10	5	5
	2	10	5	3
	3	10	2	2
B5	1	10	5	5
	2	10	5	4
	3	10	2	1
B6	1	10	2	1
	2	10	3	1
	3	10	2	2
B7	1	10	5	1
	2	10	6	3
	3	10	5	3
	4	10	2	1

Fonte: Autora/2013

6.3.1 Análise Granulométrica das Amostras do apicum B

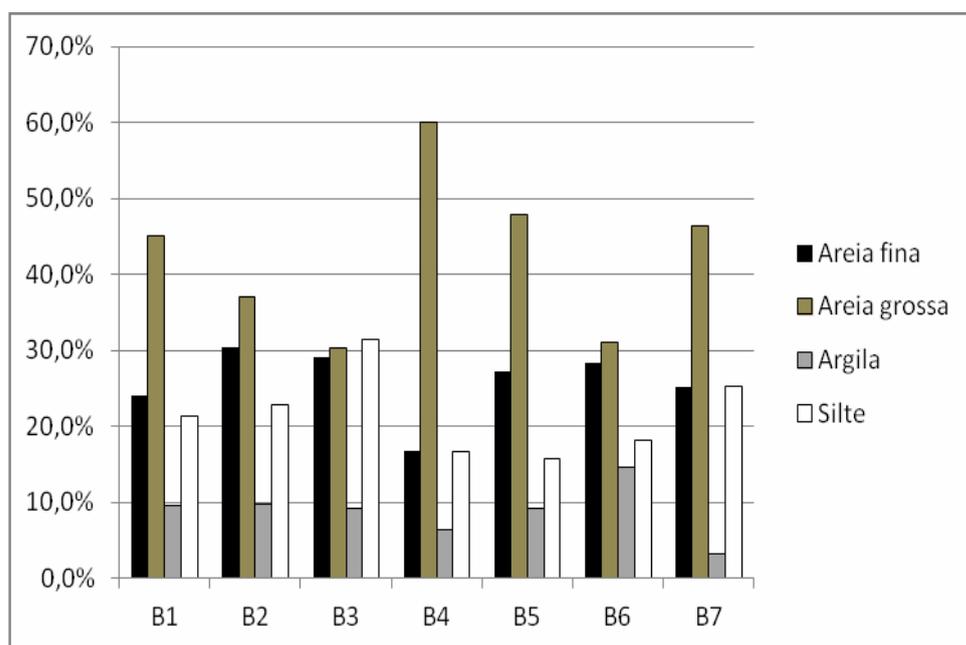
O perfil encontrado no apicum B teve uma profundidade de 60 cm até 100 cm, com a superfície arenosa, e a parte inferior mais siltosa. Foi possível observar que se trata de um perfil de solo enterrado, sendo a última camada correspondendo ao antigo mangue com a presença de raízes da vegetação. De acordo com a quantidade de areia grossa, areia fina, silte e argila, os perfis no apicum B foram caracterizados como franco arenosos, devido à elevada quantidade de areia grossa, em seguida a areia fina, silte e, por último a argila (Tabela 07, Figura 14).

Tabela 07 - Valores percentuais da composição granulométrica dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural
	Areia Fina	Areia Grossa	Argila	Silte	
B1	24,01	45,13	9,55	21,32	Franco arenoso
B2	30,46	36,98	9,72	22,84	Franco arenoso
B3	29,05	30,28	9,18	31,49	Franco arenoso
B4	16,82	60,00	6,44	16,74	Franco arenoso
B5	27,15	47,92	9,24	15,69	Franco arenoso
B6	28,41	31,06	14,66	18,09	Franco arenoso
B7 (C)	25,14	46,36	3,20	25,28	Franco arenoso

Fonte: Autora/2013

Figura 14 - Variações da composição granulométrica, em percentagem, no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: Autora/2013

Em cada perfil (Tabela 08) foram observadas diferenças entre as camadas, sendo as camadas mais superficiais caracterizadas como arenosas e nas camadas mais profundas as proporções de silte e argila foram superiores. Nos perfis 1, 2, 3 e 7 a presença de areia

grossa e fina foi maior nas camadas superficiais, enquanto nas camadas inferiores a porcentagem de silte foi maior. Nos perfis 4, 5 e 6 a presença de areia grossa foi maior em todas as camadas superficiais e profundas, sendo estes perfis bem mais arenosos que os outros, sendo localizados próximos à área de vegetação morta.

Tabela 08 - Composição Granulométrica dos Perfis do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfis	Camadas	Composição Granulométrica (%)			
		Areia Fina	Areia Grossa	Argila	Silte
B1	1	34,85	49,89	3,9	11,35
	2	24,32	58,98	6,8	9,89
	3	24,54	52,52	8,66	14,27
	4	12,31	19,16	18,84	49,67
B2	1	31,58	46,05	3,54	18,82
	2	42,39	42,20	3,68	11,71
	3	28,96	42,00	6,6	22,43
	4	25,41	39,69	21,86	13,02
B3	5	23,96	14,93	12,96	48,14
	1	29,42	51,57	5,36	13,64
	2	33,44	29,58	5	31,92
	3	30,41	22,10	9,54	37,94
B4	4	22,86	17,86	16,8	42,47
	1	0	81,65	0	18,35
	2	23,83	55,87	6,7	13,58
	3	26,63	42,49	12,64	18,23
B5	1	34,55	42,89	5,14	17,40
	2	26,29	52,63	5,7	15,37
	3	20,60	48,24	16,9	14,25
B6	1	2,66	42,49	12,1	18,89
	2	40,42	28,97	12,16	18,43
	3	42,15	21,72	19,66	16,95
B7	1	30,97	50,64	1,26	17,13
	2	28,81	53,27	2,1	15,81
	3	23,38	49,30	1,54	25,77
	4	17,39	32,23	10,44	39,92

Fonte: Autora/2013

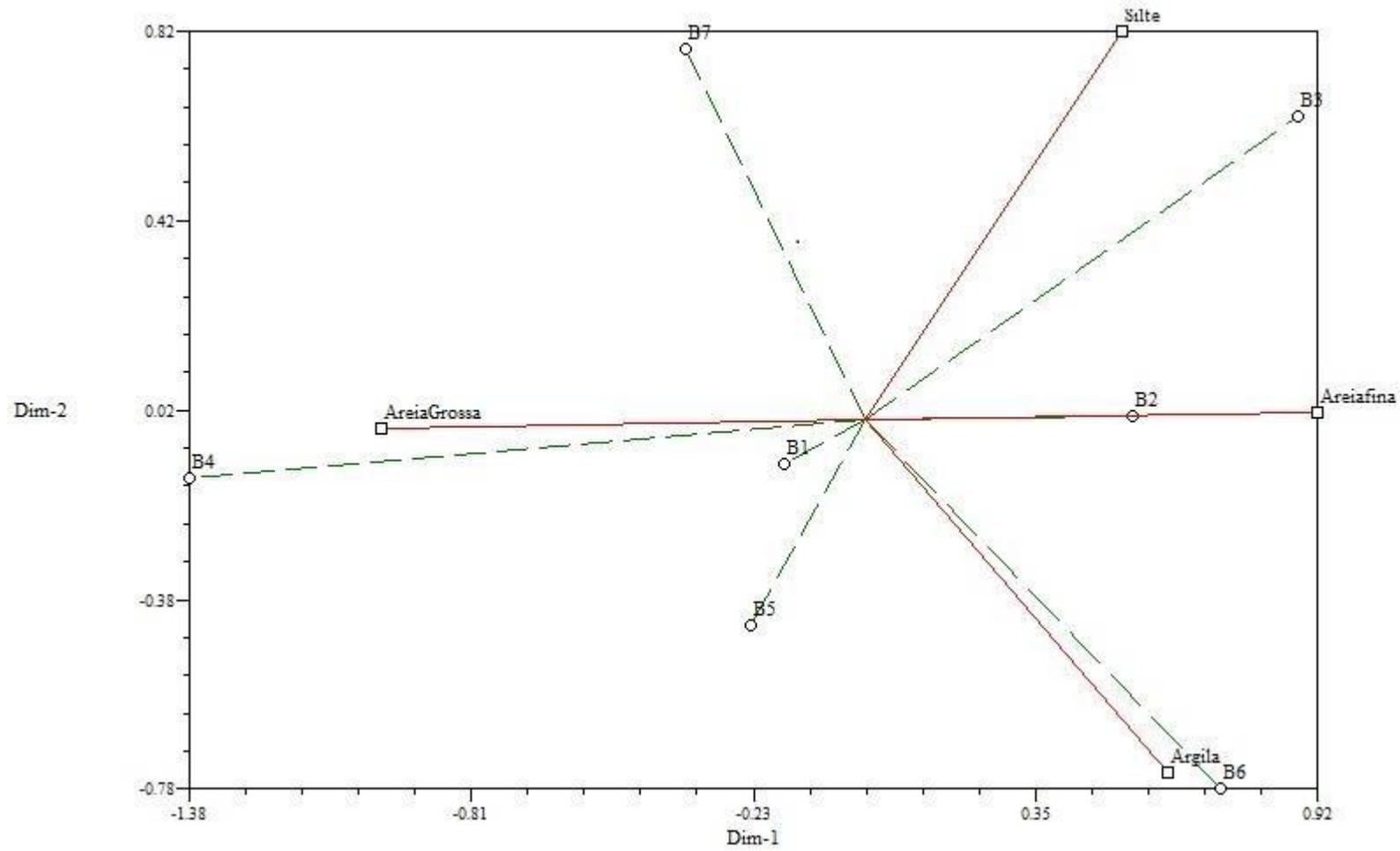
Na análise dos componentes principais, na dimensão um (D1) os índices estiverem relacionados com areia grossa, e inversamente proporcional aos índices de areia fina. Na dimensão dois (D2) a argila explicou os principais valores em detrimento do silte (Tabela 09, Figura 15).

Tabela 09 - Análise dos Componentes Principais nos sedimentos do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Parâmetros Analisados	D1	D2	D3
Areia Grossa	0,923	0,016	0,383
Areia fina	-0,990	-0,019	0,094
Silte	0,618	-0,748	-0,234
Argila	0,521	0,823	-0,220

* Os valores em negrito têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Figura 15- Análise dos Componentes Principais do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



6.4 Análise Química dos Sedimentos dos Apicuns A e B

6.4.1 Análise Química dos sedimentos do Apicum A

O apicum atua como um reservatório de nutrientes, os quais são carregados pelas águas da chuva para o manguezal, contribuindo para o equilíbrio orgânico-mineral do ecossistema (NASCIMENTO, 1993).

As características principais dos sedimentos analisados no apicum A (inclusive) foram as bases trocáveis (Potássio, Cálcio, Sódio e Magnésio), o Potencial Hidrogeniônico (pH), a Condutividade elétrica, o Sulfato, o Carbono orgânico e a Matéria orgânica. Os valores referentes às bases seguiu a ordem $Na > Mg > K > Ca$. A soma do Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), denominada soma das bases trocáveis (S), apresentou valores entre 6,24 cmol/kg e 20,78 cmol/kg.

O pH variou de extremamente ácido (2,04) a neutro (7,07), sendo mais baixo no perfil A3 e mais alto no perfil A1, localizado no centro do apicum. Os valores de CE ficaram entre 30,31 e 63,50 mS/cm, o sulfato variou de 0 a 1221,79 mg/kg, o Carbono orgânico variou entre 0,024 e 0,113 dag/kg e a Matéria Orgânica, entre 0,042 e 0,194 dag/kg (Tabela 10).

Tabela 10 - Teores das Bases Trocáveis, pH, CE, Sulfato, Carbono orgânico e Matéria Orgânica nos sedimentos dos perfis no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfis	Bases Trocáveis (cmolc/kg solo)				pH H ₂ O	CE (mS/cm)	Sulfato (mg/kg)	CO (dag/kg = %)	M.O (dag/kg = %)
	K	Na *	Ca	Mg					
A1	0.57	8.33	4.00	3.28	7.07	60.43	728.96	0.024	0.042
A2	0.45	13.60	0.28	4.68	3.37	63.50	1221.79	0.113	0.194
A3	0.11	4.11	0.11	1.91	2.04	30.31	0	0.062	0.108
A4	0.47	9.70	0.25	2.61	5.76	58.17	831.24	0.060	0.108
A5	0.53	15.30	0.25	4.70	5.36	55.32	908.16	0.085	0.146

*Os valores em negritos têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Em relação a cada perfil, verificou-se que o elemento Na foi maior em quase todas as camadas, com exceção da primeira camada do perfil A2, sendo característico em ambientes hipersalinos. Os valores de pH foram de neutro a básico entre as camadas, nas superficiais foram básicas enquanto que nas camadas inferiores o pH foi muito ácido. O mesmo ocorreu com os valores do sulfato, o que pode ser causado possivelmente pela presença do solo de mangue. Os valores da condutividade elétrica foram maiores nas camadas inferiores (Tabela 11).

Tabela 11 - Teores das Bases Trocáveis, pH, CE e o Sulfato de cada perfil no apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Camadas	Bases Trocáveis (cmolc/kg solo)				pH H ₂ O	CE (mS/cm)	Sulfato (mg/kg)
		K	Na	Ca	Mg			
A1	C1	0,39	4,30	0,29	3,79	8,58	53,46	584,15
	C2	0,39	10,23	0,31	4,10	8,56	62	797,44
	C3	0,89	5,11	0,24	4,00	6,93	60,46	863,87
	C4	0,61	13,70	0,25	1,23	4,22	65,81	670,40
A2	C1	0,22	0,11	0,27	1,91	3,37	57,89	827,34
	C2	0,67	27,10	0,29	7,45	3,37	69,12	1615,8
A3	C1	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0
	C2	0,22	8,23	0,22	3,83	4,08	60,62	0
A4	C1	0,33	14,43	0,23	3,21	7,59	54,42	678,55
	C2	0,61	4,97	0,27	2,02	3,94	61,92	983,92
A5	C1	0,45	8,23	0,27	3,11	7,06	56,22	691,38
	C2	0,61	22,37	0,24	6,29	3,66	54,42	1124,94

* Os valores em negritos têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Na análise dos componentes principais, na dimensão um (D1) os índices estiveram relacionados com Sulfato, Sódio, Condutividade Elétrica, Magnésio e Potássio sendo inversamente proporcional aos índices de Cálcio. Na dimensão dois (D2) o Ca e o pH

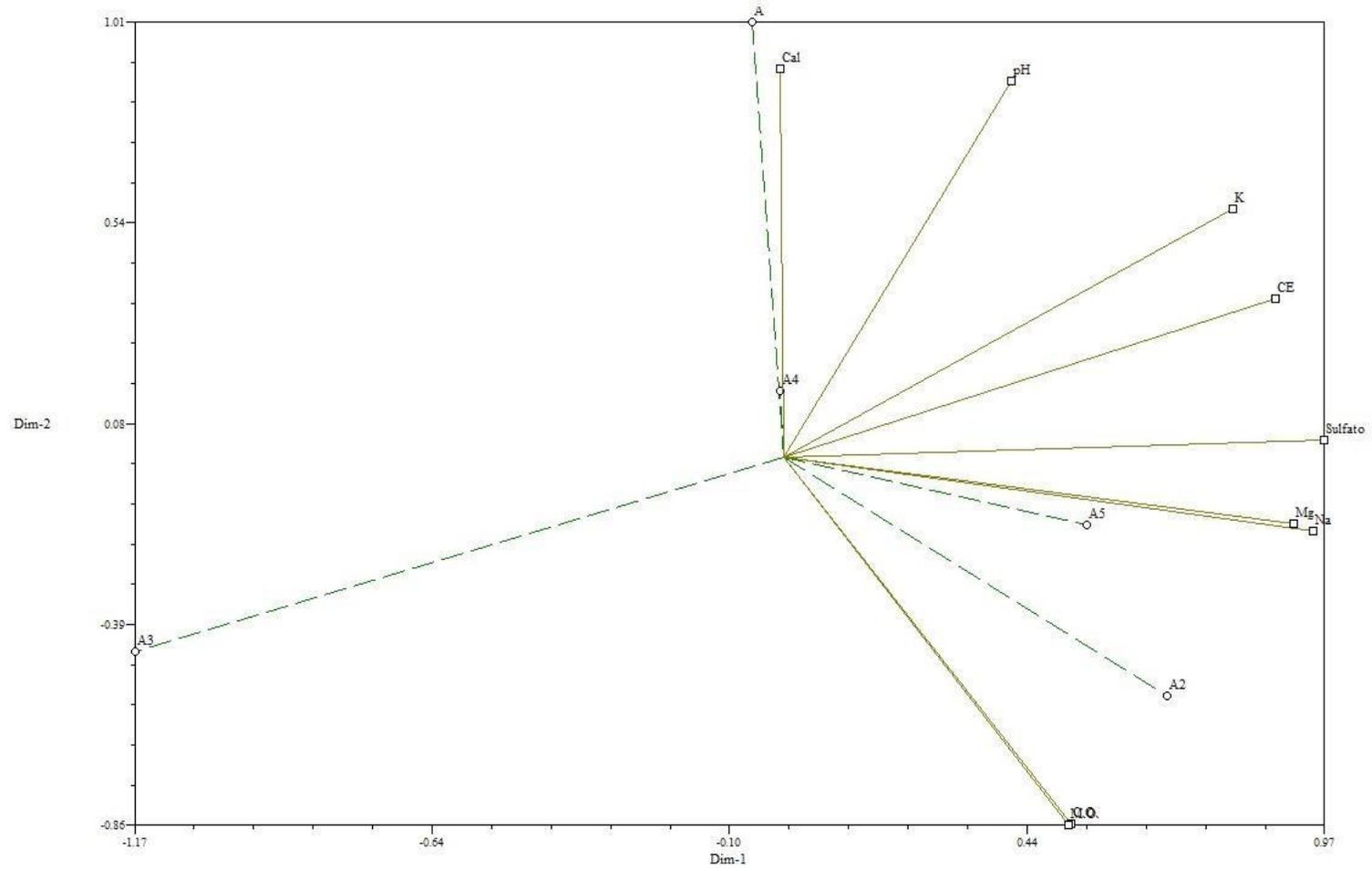
explicaram os principais valores em detrimento do Carbono Orgânico e a Matéria Orgânica (Tabela 12, Figura 16).

Tabela 12 - Análise dos Componentes Principais nos sedimentos do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Parâmetros Analisados	D1	D2	D3
K	0,810	0,577	0,807
Na	0,953	-0,171	0,052
Ca	-0,007	0,902	-0,423
Mg	0,919	-0,154	-0,294
pH	0,411	0,873	0,233
CE	0,855	0,369	0,057
Sulfato	0,975	0,039	0,044
CO	0,518	-0,852	-0,056
MO	0,512	-0,855	-0,024

* Os valores em negrito têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Figura 16 - Análise dos Componentes Principais do apicum A em Barra de Catuama, Goiana/PE.



6.4.2 Análise Química dos sedimentos do Apicum B

As bases trocáveis seguiram a mesma ordem do apicum A: Na > Mg >K> Ca. A soma de bases variou entre 9,36 e 17,68 cmol/kg. Nos perfis B3 e B5 os maiores valores foram de Mg. Os valores do pH oscilaram de ácido (4,92) a básico (8,15); o perfil B6 apresentou o pH mais ácido em virtude de estar perto da vegetação de mangue. A condutividade elétrica variou entre 53,34 e 69,90 mS/cm, com os maiores valores nos perfis que se localizavam ao centro do apicum (B2 e B7) (Tabela 13).

Os valores de sulfato oscilaram de 909,87 até 2.417,6 mg/kg. O Carbono orgânico ficou entre 0,070 e 0,216 dag/kg e a Matéria orgânica variou entre 0,122 e 0,374 dag/kg (Tabela 13).

Tabela 13 - Teores das Bases Trocáveis, pH, CE, Sulfato, Carbono orgânico e Matéria orgânica nos sedimentos dos perfis no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfis	Bases Trocáveis (cmolc/kg solo)				pH H ₂ O	CE (mS/cm)	Sulfato (mg/kg)	CO (dag/kg = %)	M.O (dag/kg = %)
	K	Na *	Ca	Mg					
B1	0,69	10,55	0,27	4,60	6,67	58,69	2417,63	0,216	0,374
B2	0,61	9,32	0,12	3,88	7,24	69,90	1755,86	0,118	0,205
B3	0,51	5,55	0,25	8,08	8,15	55,34	1540,94	0,090	0,156
B4	0,47	9,24	0,25	4,24	6,62	53,84	1464,03	0,077	0,133
B5	0,30	4,15	0,08	4,83	6,59	61,77	909,87	0,070	0,122
B6	0,58	10,49	0,31	6,30	4,92	66,52	1454,15	0,151	0,261
B7	0,40	8,07	0,04	6,47	7,01	68,88	2199,02	0,126	0,217

* Os valores em negrito têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013.

Em relação a cada camada dos perfis ficou mais evidente que nas superficiais o elemento predominante foi o Magnésio, e nas camadas inferiores a predominância foi do Sódio. O mesmo foi observado com o pH, que apresentou-se maior nas camadas superficiais e menor nas profundas, devido à presença de solo de mangue nestas camadas.

Os valores da condutividade elétrica foram menores na superfície e maiores nas camadas inferiores, o mesmo acontecendo com os valores de Sulfato (Tabela 14).

Tabela 14 - Teores das Bases Trocáveis, pH, CE e Sulfato dos sedimentos das camadas de cada perfil no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Perfil	Camadas	Bases Trocáveis (cmolc/kg solo)				pH H ₂ O	CE (mS/cm)	Sulfato (mg/kg)
		K	Na	Ca	Mg			
B1	C1	0,22	0,70	0,28	4,08	9	43,81	1663,43
	C2	0,35	2,01	0,25	3,07	8,33	82,81	2003,81
	C3	0,28	2,58	0,24	3,42	6,93	52,88	1713,32
	C4	1,90	36,89	0,32	7,83	2,44	55,27	4289,97
B2	C1	0,17	0,67	0,50	7,93	9,65	66,13	661,072
	C2	0,14	2,01	0,00	2,40	7,87	62,08	733,27
	C3	0,45	5,26	0,01	3,12	8,4	66,82	680,45
	C4	0,84	8,70	0,01	3,70	7,86	71,59	1660,50
	C5	1,46	29,95	0,05	2,27	2,44	82,89	5044,01
B3	C1	0,36	2,77	0,42	5,23	8,93	53,87	554,28
	C2	0,41	0,86	0,27	6,57	9,86	47,44	1258,50
	C3	0,39	3,06	0,21	7,87	8,07	54,31	2250,29
	C4	0,89	15,52	0,10	12,67	5,76	65,77	2100,69
B4	C1	0,36	0,77	0,25	2,77	8,81	41,38	947,47
	C2	0,22	2,97	0,31	2,63	6,53	56,34	2423,41
	C3	0,84	23,99	0,17	7,31	4,54	63,82	1021,21
B5	C1	0,35	0,15	0,15	8,07	8,82	58,32	413,08
	C2	0,22	1,72	0,03	2,40	9,05	53,51	413,98
	C3	0,32	10,59	0,05	4,03	1,92	73,49	1902,56
B6	C1	0,73	16,44	0,35	5,16	3,82	68,44	1853,61
	C2	0,45	3,35	0,27	6,27	8,3	58,25	568,99
	C3	0,56	11,69	0,30	7,47	2,66	72,88	1939,86
B7	C1	0,13	8,03	0,08	7,17	8,77	65,69	1270,24

	C2	0,22	4,11	0,02	2,87	9,24	63,84	745,01
	C3	0,28	5,36	0,02	2,77	7,73	63,27	739,14
	C4	0,95	14,79	0,05	13,07	2,3	82,74	6041,66

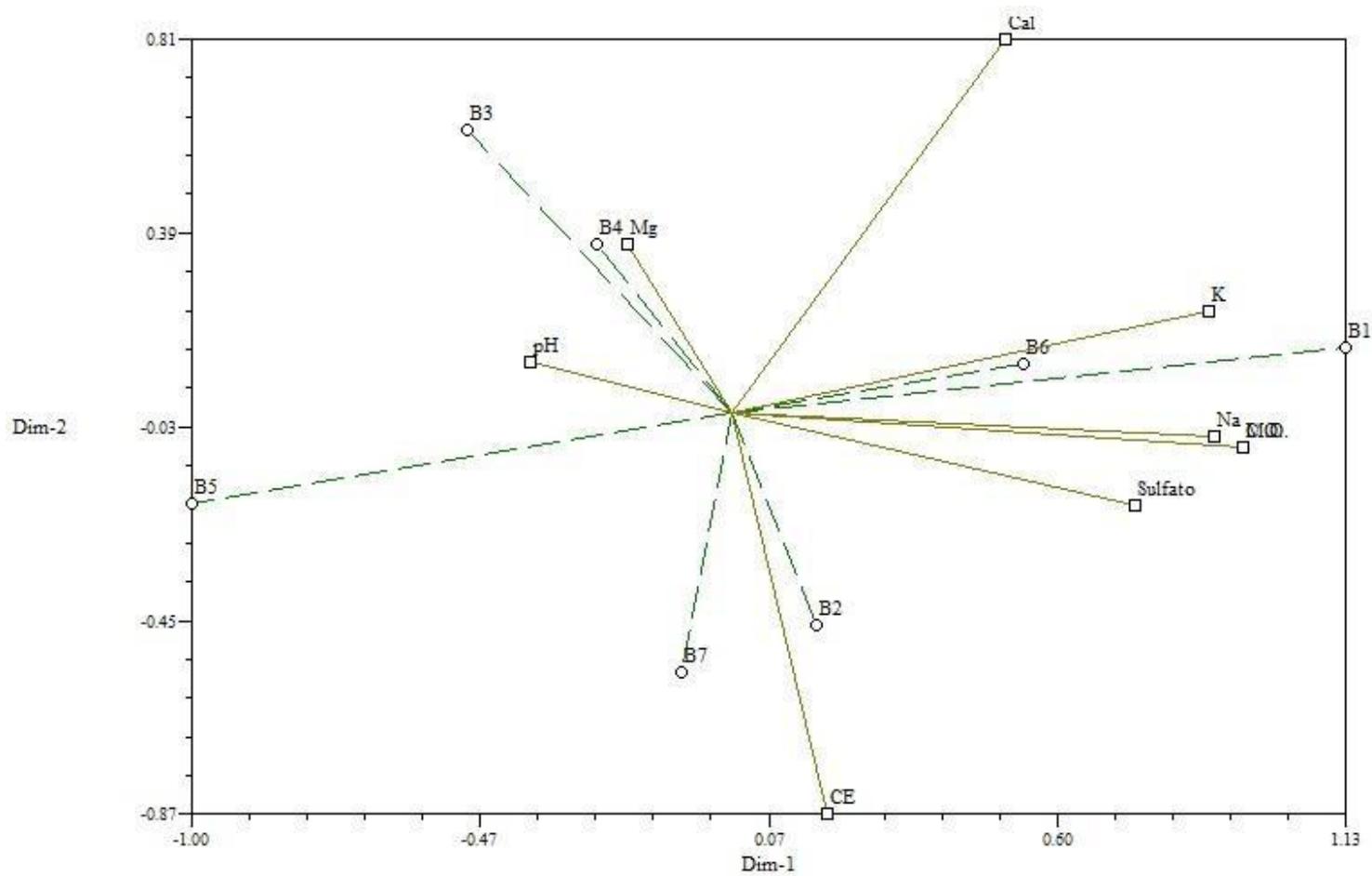
Na análise dos componentes principais, na dimensão um (D1) os índices estiveram relacionados com Carbono Orgânico, Matéria Orgânica, Sódio, Potássio e inversamente proporcional aos índices de pH. Na dimensão dois (D2) o Calcio foi o principal valor em detrimento da Condutividade Elétrica (Tabela 15, Figura 17).

Tabela 15 - Análise dos Componentes Principais no sedimento do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.

Parâmetros Analisados	D1	D2	D3
K	0,882	0,221	0,081
Na	0,889	-0,051	-0,249
Ca	0,505	0,807	-0,267
Mg	-0,192	0,363	0,472
pH	-0,373	0,108	0,820
CE	0,178	-0,869	0,068
Sulfato	0,744	-0,199	0,567
CO	0,944	-0,076	0,144
MO	0,943	-0,076	0,143

* Os valores em negrito têm maior representatividade. Fonte: Autora/2013

Figura 17 - Análise química dos componentes principais do apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



7 DISCUSSÃO

7.1 Análise espaço temporal

A zona costeira brasileira vem passando por uma variabilidade de alterações induzidas por mudanças globais, sendo atualmente a região de maior densidade populacional do país, concentrando grande parte das áreas urbanas e regiões industriais. Obras de engenharia marinha (portos, canais navegáveis, dragagens e aterros artificiais), represamento de rios, instalações de áreas de lazer, turismo e urbanização, entre outras intervenções, resultam em mudanças rápidas das características ambientais locais (LACERDA et al. 2006). Esses fatores antrópicos, associados com as modificações naturais, são observados também no estuário do rio Itapessoca, sobretudo em Barra de Catuama, resultando em alterações profundas tanto nos apicuns como no próprio ecossistema manguezal.

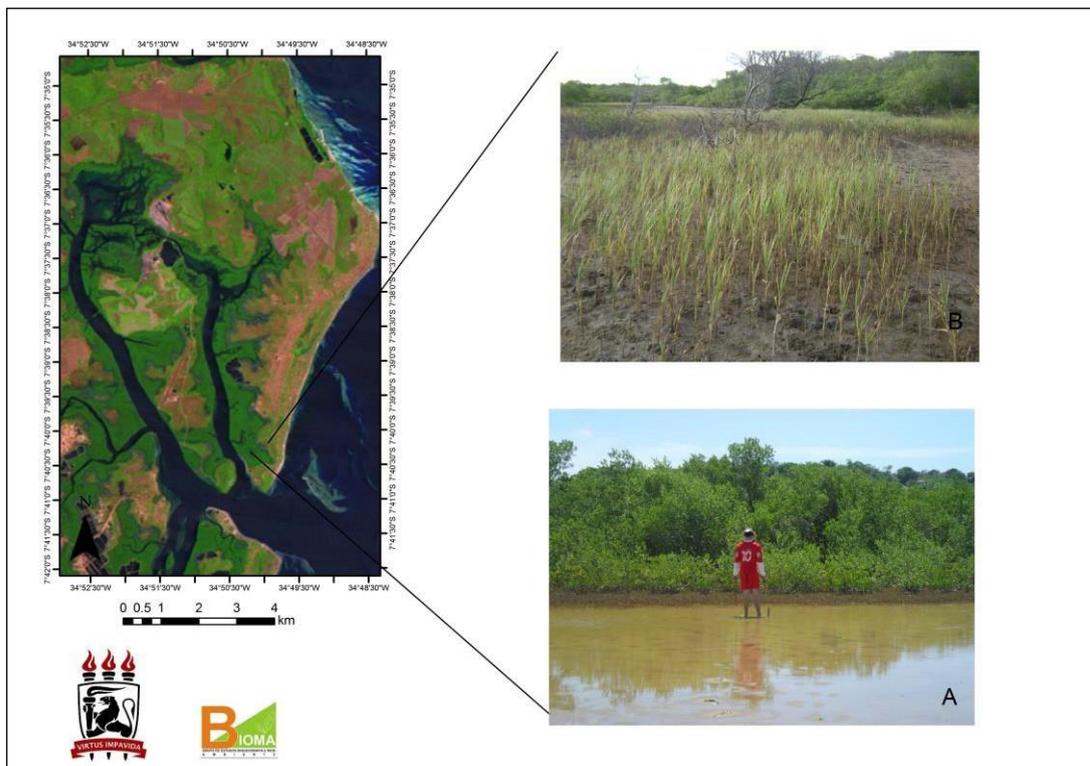
O mapeamento espaço temporal realizado na região estuarina em Barra de Catuama, mostrou áreas com características semelhantes às planícies hipersalinas definidas por Lengibre (2007). Segundo a definição de apicum incluso e de borda proposta pelo referido autor, os apicuns observados na imagem do ano de 1979 foram classificados como tipo incluso, pois estavam inseridos completamente na vegetação de mangue do estuário de Itapessoca, sem nenhum contato com o continente. Em 2010, notou-se que grande parte dos apicuns passou por alterações, apresentando contato direto com o continente, podendo ser caracterizado como apicum de borda.

Nas áreas classificadas como apicuns A, B, F e G houve uma redução espacial significativa, o que se deveu à recolonização da vegetação de mangue das espécies *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa* e de outras espécies halófitas (*Sesuvium portulacastrum* e *Paspalum maritimum*) sobre estes (Figura 18). De acordo com Schaeffer-Novelli (1999, 2002), Lengibre (2007), Almeida et al., (2008) e Hadlich et al., (2009), o apicum pode vir a ser recolonizado por essas espécies ao longo do tempo. Este comportamento da vegetação sobre a planície hipersalina é reflexo das condições climáticas locais, uma vez que a alta pluviometria anual reduz consideravelmente a salinidade nos apicuns, favorecendo a instalação da vegetação. O mesmo padrão de recolonização foi observado por Pellegrini (2000) na Baía de Sepetiba-RJ, no manguezal do rio Piraquê-RJ por Almeida et al., (2008) e por Siqueira (2009) no estuário do rio dos Passos-PE.

No entorno desses apicuns (A, B, F e G) as espécies *A. schaueriana* e *L. racemosa* estão presentes formando bosques aparentemente desenvolvidos, porém são de pequeno porte devido à alta salinidade, sugerindo-se assim um estudo sobre a estrutura dos mesmos. Segundo Schaeffer-Novelli (1999), Pellegrini (2000), Almeida et al. (2008) e Kennish (1986), as maiores alturas médias do bosque de mangue geralmente estão nas proximidades do rio, diminuindo gradualmente à medida que se aproxima do apicum.

Além das espécies *A. schaueriana*, *L. racemosa* e *R. mangle*, observou-se em Barra de Catuama a espécie *C. erectus*, encontrada em menor ocorrência nas áreas mais arenosas próximas à encosta. Pellegrini (2000) ressaltou a ocorrência das mesmas espécies no entorno do apicum no Piracão-RJ.

Figura 18 - Recolonização dos apicuns A e B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: Santana/ 2012

Essa diminuição das áreas dos apicuns em Barra de Catuama pela recolonização da vegetação é condicionada, segundo Lacerda (2006), pela grande amplitude das marés e o suave gradiente de altitude das bacias costeiras dos rios nordestinos, tornando os estuários sensíveis às modificações do nível médio do mar e às mudanças no fluxo fluvial, que

geraram aumento da intrusão salina no continente. Em decorrência disso a vegetação de mangue se desloca rio acima, colonizando áreas ocupadas por vegetação terrestre ou apicuns.

Vários trabalhos acerca dos manguezais em Pernambuco mostram o adensamento da vegetação de mangue. No trabalho realizado nos estuários pernambucanos por meio de sensoriamento remoto por Silva (2012), foi contabilizado aumento na maioria dos estuários em relação à vegetação de mangue, o que foi justificado pelo adensamento dos bosques. Barbosa (2010) observou que no manguezal do Pina houve adensamento da vegetação entre os períodos analisados (1987, 1991, 2008). Guimarães (2007), ao analisar o manguezal e viveiros do litoral norte de Pernambuco para os anos de 1973, 1988, 1999, 2001 e 2005, verificou que a distribuição espacial do manguezal variou bastante ao longo das três décadas, caracterizadas por quatro fases de incremento e redução nos anos estudados.

Essa redução de área nos apicuns causada pelo adensamento da vegetação foi observada em diversos trabalhos no mundo e no Brasil. Duke et al. (2003) identificaram que apesar da perda do ecossistema pelo desenvolvimento urbano, houve uma expansão dos mangues na região de Porto Alma-Austrália, entre os anos de 1940 e 2000, sobre os *saltflat*. Costa et al. (2010), ao analisarem a evolução da ocupação do solo no estuário do rio Apodi-RN, para os anos 1976, 1989 e 2008, verificaram essa relação entre o apicum e a vegetação de mangue. Jesus et al. (2009) estimaram as áreas hipersalinas na Baía de Todos os Santos-BA, verificando uma diminuição em detrimento do aumento da vegetação de mangue.

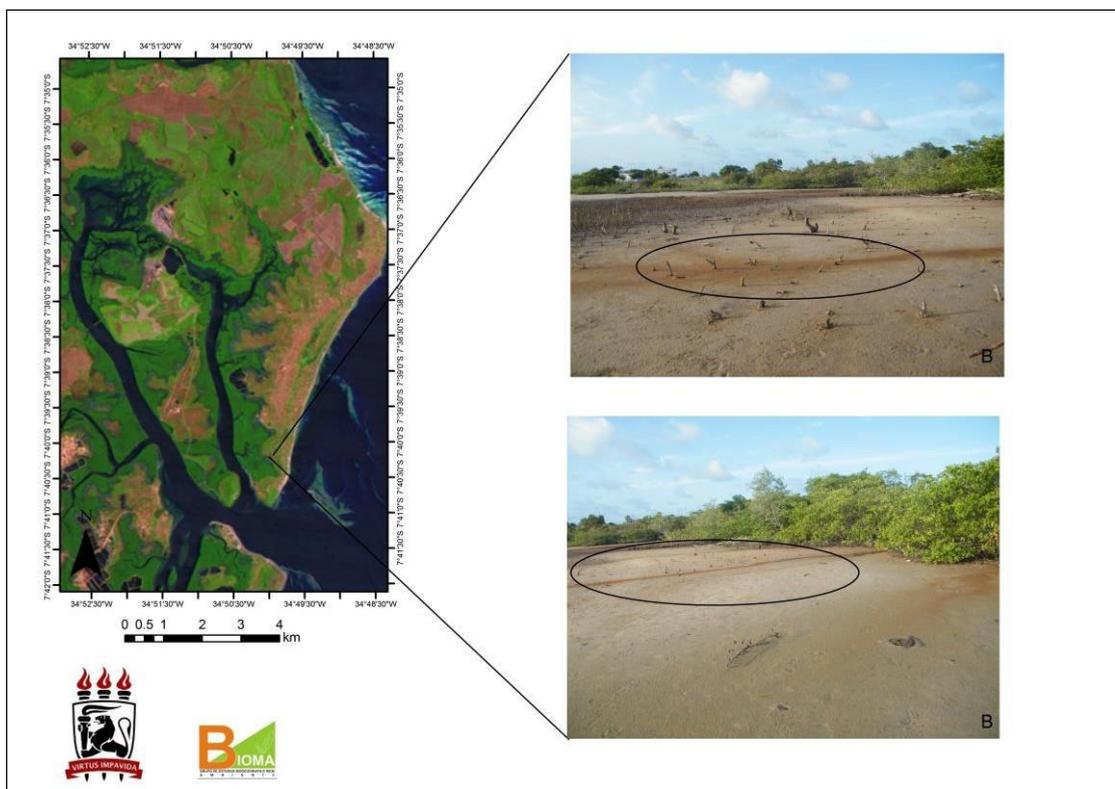
Os trabalhos de Hadlich et al. (2009a, 2009 b) mostraram esta mesma característica no apicum na região de Jacuruna, Baía de Todos os Santos-BA. Almeida et al. (2008) analisaram a colonização por espécies de mangue de uma planície hipersalina localizada em Guaratiba-RJ, por meio de monitoramento entre os anos de 2000 a 2006, e verificaram uma consolidação no processo de colonização das espécies ao longo do período estudado. Lugli (2004) também constatou essa tendência no apicum do manguezal do rio Tavares-SC, para os anos 1938, 1957, 1978, 1994, 1998 e 2001.

Outro fator responsável pela diminuição dos apicuns é o desenvolvimento urbano. Segundo Alvarez et al. (1989), os apicuns e os mangues localizados na zona costeira do Equador foram reduzidos entre os anos de 1969 e 1984. Dehp (2003) identificou que cerca de 900 hectares de apicuns teriam sido suprimidos no início de 1900, e entre 1941 e 1999

mais de 1.600 hectares de zonas úmidas de maré foram destruídos devido à expansão da urbanização, desenvolvimento do porto e da industrialização na região de Port Curts, Austrália (CONNOLLY et al., 2006).

Nos apicuns C, D, e E observou-se um aumento da área devido à junção de dois ou mais apicuns preexistentes, levando à morte da vegetação que se encontrava entre eles; possivelmente tal situação foi derivada dos processos erosivos da encosta e do avanço do material sobre a vegetação (Figura 19), sendo necessário um estudo sobre pinos de erosão. Segundo Hadlich et al. (2009) e Ucha et al. (2004), em períodos de intensa precipitação há deposição do material oriundo da encosta no apicum, posteriormente o material fino é removido pela ação da maré restando apenas o material grosseiro, que ao longo do tempo eleva o nível topográfico do apicum, evidenciando o assoreamento.

Figura 19 - Assoreamento no apicum B em Barra de Catuama, Goiana/PE.



Fonte: Santana/ 2012

Foi possível, através da análise espaço temporal, observar a dinâmica da feição apicum e que todo processo de ampliação e retração dessas áreas é determinado principalmente por dois fatores: a erosão, que provoca um avanço do material sedimentar

da encosta sobre os apicuns; e o progresso do mangue sobre o apicum devido à baixa salinidade.

Essa dinâmica destaca a importância da preservação dos apicuns e do espaço no entorno do mangue para o equilíbrio do ecossistema, uma vez que tais áreas são primordiais para a dinâmica do manguezal, configurando-se este como um sistema pulsante natural de expansão e retração do apicum sobre o mangue, ora o contrário. Tudo isso se apresenta como resposta do ecossistema às condições ambientais atuantes como aporte de água doce, sedimento e salinidade em curtos espaços de tempo (anos). Tal relação reafirma os apicuns como parte do ecossistema manguezal, representando uma feição não vegetada e crucial para a manutenção das florestas de mangue.

7.2 Análise Física dos Sedimentos dos Apicuns A e B

A análise física do solo estuda e define, qualitativa e quantitativamente, as propriedades físicas, bem como sua medição, predição e controle, com o objetivo principal de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e seu papel na biosfera. As propriedades físicas do sedimento podem ser avaliadas pela inspeção visual (cores) ou pelo tato (textura) (TROEH et al., 2007).

As análises das cores dos sedimentos dos apicuns A (incluso) e B (borda) de Barra de Catuama, no estuário do Itapessoca, permitiram a identificação das camadas entre 10YR 7/3 e 10 YR 2/1 e o aparecimento de mosqueados em ambos, cuja cor foi 10 YR 5/3, sendo nas camadas superficiais houve a predominância de cores mais claras (cinza e bege) do que nas inferiores, onde predominam cores mais escuras (cinza escuro e preto). As cores mais claras possivelmente são resultantes da deposição das Formações Beberibe, Gramame e Maria Farinha existentes na região (SILVA, 2012).

Outros valores foram identificados por Silva (2012) nos apicuns do mesmo estuário. A autora analisou os 5 cm da camada superficial, verificando a variação de 5Y 7/1 a 5Y 4/1; essa diferença pode ter ocorrido em função da metodologia de coleta utilizada nos perfis de Barra de Catuama, onde as espessuras das camadas retiradas foram maiores que 5 cm e misturadas para a análise.

Nos apicuns da Baía de Todos os Santos-BA, Hadlich et al. (2009) encontraram cores variando entre bruno claro acinzentado (10 YR 6/3) e bruno cinza muito escuro (10 YR 3/1) devido à predominância de folhelhos argilosos e arenitos do Grupo Brotas, além de aparecimento de mosqueados entre as camadas.

As colorações 10 YR 4/n encontradas nas camadas mais inferiores, a exemplo do que foi descrito nos apicuns de Barra de Catuama, também foram registradas por Hadlich et al. (2009) e por Marius (1984) nas planícies hipersalinas do Senegal e da Gâmbia. Segundo este último autor, essa ocorrência está associada ao acúmulo de fibras em decomposição com manchas de jarositas dentro de bainhas de raízes de *Rhizophora*, ocorrendo nos apicuns que são inundados pela maré alta. O aparecimento de raízes foi notificado nas camadas mais inferiores do apicum B, corroborando com os estudos de Marius (1984) e Ucha et al. (2004).

A sequência do perfil encontrado no apicum B em Barra de Catuama foi semelhante ao classificado por Marius (1985) no Senegal que apresentou as seguintes características:

de 0-8 cm húmus cinza areia, manchas de ferrugem das raízes; de 8-45 cm areia bege, com manchas difusas, de amarelo e ferrugem; de 45-75 cm o aparecimento de mosqueados chamados de "puré de castanhas" 7,5 YR 4/2; 75-95 cm cinza escuro 10 YR 4/1, argiloso, muito fibroso, de consistência esponjosa, transição brusca e por fim, acima de 95 cm preto, 10 YR 2/1, algumas manchas amarelas finas, orgânicos, fibroso (MARIUS, 1985).

Em relação à textura dos sedimentos em Barra de Catuama, todos os perfis dos apicuns (o incluso e o de borda) foram classificados como areia franca, representando a maior porcentagem de areia grossa, depois areia fina, argila e silte, em todas as camadas dos perfis no incluso e areia grossa, depois areia fina, silte e argila no de borda.

Solos de textura arenosa possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%, são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica e altamente susceptíveis à erosão (KLEIN, 2012). Segundo Schaeffer-Novelli (2002), o elemento areia grossa é típico de ambientes com maior energia das marés.

Esses resultados corroboraram com trabalhos anteriores, que também encontraram a porcentagem de areia superior aos demais componentes. Marius (1985) afirma que a porcentagem de areia grossa e/ou areia fina diminui em profundidade, permanecendo o material mais grosseiro na superfície, e aumentando significativamente em profundidade o silte e a argila. Pellegrini (2000), ao estudar um apicum na Baía de Sepetiba-RJ, também encontrou a predominância de sedimentos de areia fina (77,87 a 98,04%) em relação à grossa (1,89 a 22,13%), Hadlich et al. (2008) classificaram as amostras de sedimento do apicum na Baía de Todos os Santos-BA como franco-arenosa, areia-franca, arenosa, apresentando diferenciação de areia grossa e areia fina nas camadas superiores, enquanto nas inferiores a predominância foi de sedimentos finos, cerca de 51,5 a 58,7%, em detrimento de grossos, entre 10,6 a 23,4%. Hadlich et al. (2010), ao analisarem os sedimentos dos apicuns da Baía de Todos os Santos-BA, encontraram a predominância de areia fina, seguida por areia grossa, argila e silte. De acordo com Geoscience Australia (2012), os sedimentos dos *saltflats* são arenosos e argilosos.

Apesar dos trabalhos citados terem a fração de areia fina maior do que a de areia grossa, indicando baixo hidrodinamismo nas áreas, o trabalho de Silva (2012), em Itapessoca, demonstrou que a maior concentração nas amostras foi de areia grossa, com 58 a 76%, em detrimento da fina, com 15 a 34%. De acordo com a autora, essas diferenciações se deram em função do regime hídrico atuante e possivelmente da topografia. Em relação

ao estudo da hidrodinâmica realizado pela mesma, ficou evidente que o estuário tem uma hidrodinâmica muito alta, corroborando com os resultados encontrados em Barra de Catuama.

7.3 Análise Química dos Sedimentos dos Apicuns A e B

No geral, a análise química dos apicuns A e B relevou que as bases trocáveis seguiram uma mesma ordem $\text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Ca}$, sendo o Na o elemento com maior predominância e em alguns perfis se sobressaíram o Mg.

Silva (2012), ao analisar os 5 cm superficiais dos apicuns do estuário do rio Itapessoca, identificou a ordem de $\text{Mg} > \text{P} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{K}$. Em trabalhos realizados nos apicuns da Baía de Todos os Santos-BA, Hadlich et al. (2009; 2010) observaram que a ordem das bases trocáveis não foram semelhantes ($\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$), tendo o aumento de Ca em profundidade. Ruivo et al. (2005), ao analisarem os teores de Na, K, Mg e Ca no apicum Ilha de Algodual/Maiandeuá, no Pará, identificaram a ordem $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$, semelhante à encontrada por Hadlich et al. (2009; 2010). Essa diferença entre os estuários pode estar relacionada com o número das amostras, a sazonalidade e o regime hídrico no estuário e com o material de origem do sedimento.

Os valores do sulfato e da condutividade elétrica nos apicuns de Barra de Catuama foram maiores em profundidades, em consequência o pH foi ácido, sendo possivelmente causado pela oxidação dos sulfetos característica de solo de mangues. Nas camadas superficiais os valores foram menores tendo como decorrência valores de pH mais altos (neutro à básico), sendo o pH inversamente proporcional aos valores de sulfato e da CE. Silva (2012) identificou o pH 8 no estuário do rio de Itapessoca, Hadlich et al. (2009; 2010) encontraram o valor 6 para pH na Baía de Todos os Santos; Ruivo et al. (2005) registraram pH de 5,2 na Ilha do Algodual, no Pará e Luxemburgo (1998) assinalou pH de 3,5 a 4 no apicum de Madagascar, afirmando que isso aconteceu pela presença de jarosita. O pH ácido (3,0 e 3,7) também foi encontrado por Marius (1984) no Senegal e Gambia, aumentando para 6 na superfície após tempestade ou maré. Ainda segundo o autor, nas camadas a 40 cm de profundidade o teor de enxofre foi superior a 0,75%, apresentando nos mosqueados a presença de jarositas.

O pH ácido nas camadas inferiores é determinado pela formação de ácido sulfúrico através da oxidação da pirita (LUXEMBURGO, 1992; MARIUS, 1985). Os sedimentos de mangue identificados nestas camadas, se forem drenados expõem-se às condições aeróbicas, passando da alcalinidade a excessivamente ácidos, com valor de pH em água abaixo de 3,5. Isso ocorre devido à oxidação dos sulfetos gerando a formação do ácido

sulfúrico, elevando o valor da condutividade elétrica, e provocando a toxidez de alguns micronutrientes, especialmente ferro e manganês (EMBRAPA, 1997).

Analisando as camadas individualmente observou-se que o apicum incluso de Barra de Catuama não apresentou muitas camadas, constando, no geral, de apenas duas, o que se deve ao intenso hidrodinamismo da área que não favoreceu a sedimentação. Não foi encontrado padrão semelhante em estudos sobre apicuns em outras áreas. O teor de sódio foi elevado em todas as camadas, apresentando nessa área uma alta salinidade que impossibilitou o desenvolvimento da vegetação.

No apicum de borda os perfis apresentaram uma maior quantidade de camadas, geralmente quatro, estando associado um intervalo maior em relação à sedimentação e por estar localizado na borda do manguezal, o que dificulta a frequência da maré. As distinções entre as camadas superiores e inferiores foram bastante expressivas, com predomínio nas superiores de magnésio e do sódio nas inferiores. Segundo Gismonti (2009), os altos teores de magnésio podem estar relacionados às menores perdas por lixiviação. Por ocorrer Na em profundidade, é possível que uma maior precipitação evidenciasse a diluição dos sais em superfície dado ao aumento da precipitação e aporte de água doce (HADLICH et al., 2009). Hadlich et al. (2009; 2010), ao analisarem quimicamente cada camada completa, verificaram que a concentração de cálcio aumentou em profundidade, o que não ocorreu com todas as bases. Este aumento está associado à presença de restos de antigos manguezais com conchas.

Os apicuns de Barra de Catuama são caracterizados pela elevada salinidade, impedindo ou limitando o desenvolvimento da vegetação em algumas áreas. São ambientes distintos por apresentarem diferentes parâmetros físico-químicos, como granulometria, pH, CO, MO, K, Ca, Mg, Na, SO₄ e CE.

8 CONCLUSÕES

- O mapeamento espaço-temporal dos apicuns de Barra de Itapessoca permitiu visualizar as transformações ocorridas nos últimos 31 anos, com crescimento, desaparecimento ou redução parcial de algumas planícies hipersalinas, principalmente do apicum incluso (A), em virtude da recolonização pela vegetação de mangue.
- Houve também o aumento de algumas áreas devido à junção de dois ou mais apicuns preexistentes, possivelmente derivada de processos erosivos da encosta e do avanço do material sobre a vegetação (apicum B). Essa dinâmica dos apicuns é resposta das condições ambientais atuantes como a pluviometria da região.
- Em relação às análises físicas o apicum incluso apresentou de uma forma geral, perfil com duas camadas, as cores de cada camada variaram de 10 YR 5/3 a 10 YR 3/1 e os mosqueados 10YR 5/3. A textura encontrada nesses perfis foi areia franca, devido à elevada quantidade de areia grossa, em seguida areia fina, argila e silte. No apicum de borda (B) o perfil típico variou de três a cinco camadas, as cores variaram de 10 YR 7/3 a 10 YR 2/1 e o mosqueado de 10YR 5/3. A textura também foi classificada como areia franca. A partir da granulometria de ambos os apicuns e da quantidade de camadas no apicum incluso, pode-se concluir que o estuário tem uma hidrodinâmica elevada, o que poderá ocasionar o desaparecimento do apicum A.
- No geral a análise química revelou que as bases trocáveis seguiram uma mesma ordem $Na > Mg > K > Ca$, sendo o Sódio elemento com maior predominância em todas as camadas. O pH, Condutividade Elétrica e Sulfato variaram de acordo com as camadas: nas inferiores o pH apresentou valores mais baixos, enquanto que a CE e SO_4 foram mais elevadas; o contrário foi observado nas camadas superiores. Em virtude disso, infere-se que a região tem alta pluviometria, fazendo com que os elementos se concentrem nas camadas mais inferiores.
- Os perfis do apicum de borda (B) apresentaram uma maior quantidade de camadas, isto possivelmente causado por um intervalo maior em relação à sedimentação e por estar localizado na borda do manguezal, o que dificulta a frequência da maré.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. M. M. et al. **Monitoramento de uma área de manguezal na região metropolitana do Rio de Janeiro através de técnicas de sensoriamento remoto.** III Congresso Brasileiro de Ocanografia. 2008. Fortaleza.

ALVES, A. L. de. **Cartografia temporal e a análise geoambiental da dinâmica da foz do rio Piranhas- Açú, região de Macau-RN, com base em imagens Landsat -5 TM.** 2001. 49 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. UFRN. Natal.

ARTIGAS, R.C.; OLMO, F.D.; TANNES, bucanes y maniguas: tránsito marinocontinental en marismas intertropicales com manglares (República Dominicana). Cuaternario Iberico 192- 197, 1997

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Coordenação de Antonio Christofolletti. 11.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BARBOSA, F. G. **Estrutura e análise espaço temporal da vegetação do manguezal do Pina, Recife-PE :** subsídios para manejo, monitoramento e conservação. Dissertação – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia. 89 f.: il., fig., tab. Recife: 2010.

BATISTA, E. M. et al. **Avaliação de áreas deposicionais e erosivas em cabos lamosos da zona costeira Amazônica através da análise multitemporal de imagens de sensores remotos.** Revista Brasileira de Geofísica, v.27,nº1, p.83-96. Junho de 2008.

BARRÊDO, J. F; COSTA, M. L. da; VILHENA, M. do P. S. P; SANTOS, J. T. dos; **Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará).** Revista Brasileira de Geociências, volume 38 (1): 24-35, 2008.

BENFIELD, S. L.; Guzman, H. M.; Mair, J. M. **Temporal mangrove dynamics in relation to coastal development in Pacific Panama.** Journal of Environmental Management, v. 76, n. 3, p. 263–276, 2005.

BOAVENTURA, S.F.; HADLICH, G.M.; CELINO, J.J.; **Índices de Contaminação de Metais Traço em Encostas, Manguezais e Apicuns, Madre de Deus, Bahia.** Geociências. v. 30, n. 4, p. 631-639, 2011.

BRAGA, R. A. P; UCHOA, T. M. de M; DUARTE, M. T. M. B. **Impactos ambientais sobre o manguezal de Suape – PE.** Acta bot. bras. 3 (2): 1989.

CABRAL, A., SASSI, R.; COSTA, C.F. **Os estuários do Nordeste do Brasil e o desenvolvimento sustentável: usos múltiplos e impactos. O estuário do Rio Timbó como um estudo de caso.** Tropical Oceanography, Recife, v. 33, n. 2, p. 193-204, 2005.

CARVALHO, E. V. T.; Zagaglia, C. R.; Ferreira, E. . **Avaliação de áreas de mangues e apicuns, nos anos de 1938 e 2004, localizadas na Ilha de Santa Catarina.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13. 2007. Florianópolis- SC. Anais eletrônicos. Disponível em< <http://www.dsr.inpe.br/sbsr>> Acesso em: 24 de janeiro. Ed. INPE. p. 3805-3811. 51

CEPENE, **A pesca de subsistência no estuário do Rio Timbó, estado de Pernambuco, Brasil.** Boletim Técnico do CEPENE, v.14, nº 1, p.111-140.2006.

CALEGÁRIO, G. **Aspectos Estruturais da Vegetação do Manguezal do Estuário do Rio São João-RJ,** 2012, 61pág, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF,RJ

COELHO, JR. **O Manguezal de Cada Dia.** Diário de Pernambuco, Recife, 28 de junho de 2002.

COELHO, P. A; TORRES, M. F. A. **Áreas estuarinas de Pernambuco: Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de PE.** Recife, v.17, p. 67-80. 1982.

CPRH. GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco.** Recife (PE): CPRH/GERCO, 2003a. 211p.

CREPANI, E. ; Medeiros, J. S.. **Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento.** XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v.11 2003. Belo Horizonte. Anais eletrônicos. < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr>>. Acesso em 14 de março. Ed. INPE, p.1541-1548.

CINTRÓN, G; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Proposta para Estudo dos Recursos de Marismas e Manguezais.** Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, N° 10. São Paulo, p. 1-13. 1981.

CINTRÓN, G.; LUGO, A.E.; POOL, D.J.; MORRIS, G. **Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands.** Biotropica. 10 (2): 110-121, 1978.

Commission of the European Communities. **Mangroves of Africa and Madagascar.** Cataloguing data can be found at the end of this publication Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1992 ISBN 92-826-3984-3

DALMOLIN, R. S. D.; BOTELHO, M. R.; MIGUEL, P.; AZEVEDO, A. C. **Medida da cor do solo sob diferentes metodologias: carta de Munsell e colorimetria.**

DUKE, C. N. **Gap creation and regeneration processes driving diversity and structure of mangrove ecosystems.** Wetlands and Ecology Management. (9): 257-269. 2001.

ESPING, S. A., Reis, I. A., Araujo, E. P de. . **Identificação do ecossistema mangue na Ilha do Maranhão através de técnicas de classificação utilizando imagens do sensor CCD-CBERS-2.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13. 2007. Florianópolis- SC. Anais eletrônicos. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr>> Acesso em: 15 de janeiro. Ed. INPE. p. 5731-5737.

FOSTER, M. J. 1991. **Coastal development planning-development versus preservation.** In: Coastal Engineering-Climate for Chances.Proceeding of the 10th Australasian Conference on Coastal and Ocean Engineering.Hamilton, New Zealand: Water Quality Centre Publication No.21, pp.59-63.

GUIMARÃES, A. S.; TRAVASSOS, P.; SOUZA, F.; PEDRO, W. M.; GONÇALVES, F. D.; COSTA, F. **Impact of aquaculture on mangrove areas in the northern Pernambuco Coast (Brazil) using remote sensing and geographic information system.** Aquaculture Research. v. 41, p. 828-838, 2010. Natal. Anais eletrônicos. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2009. Ed. INPE. p.4599-3460.

GOMES, G.M.; ROMÃO, M.C.; VERGOLINO, J. **Projeto Integrado de Logística Multimodal.** Recife, 2 de junho de 2011.

HADLICH, G.M.; Ucha, J. M.. **Apicuns: Aspectos Gerais, Evolução Recente e Mudanças Climáticas Globais.** Revista Brasileira de Geomorfologia. V. 10, nº2 (2009).

HERZ, R. **Manguezais do Brasil.** Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. 227 p.

HADLICH, G.M.; UCHA, J.M.; CELINO, J.J. **Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química.** In: QUEIROZ, A.F. DE S. & CELINO, J.J. (Coords.), **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos.** Salvador: UFBA, p. 59-72, 2008.

HADLICH, G.M., CELINO, J.J., UCHA, J.M. **Diferenciação físico-química entre apicuns, manguezais e encostas na Baía de Todos os Santos, nordeste do Brasil.** Geociências, v. 29, n. 4, p. 439-447, 2010.

HADLICH, G.M.; Ucha, J. M.. **Apicuns: Aspectos Gerais, Evolução Recente e Mudanças Climáticas Globais.** Revista Brasileira de Geomorfologia. V. 10, nº2 (2009).

HOWARI, F. M. et al. **Field and Remote-Sensing Assessment of Mangrove Forests and Seagrass Beds in the Northwestern Part of the United Arab Emirates.** Journal of Coastal Research, v.25, nº 1, p. 48–56. West Palm Beach, Florida. January ,2009.

JESUS, R.S; HADLICH, G.M. **Apicuns: Importância Social em Madre de Deus em Saubara. Universidade Federal da Bahia** – Instituto de Geociências.

JESUS, R.S; HADLICH, G.M **Análise multitemporal de apicuns em Madre de Deus e Saubara, Bahia.** Pág. 5881-5886, 2009. Natal. Anais eletrônicos. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2009. Ed. INPE. p. 5881-5886.

KAMPEL, M.; Amaral, S. **Imagens CCD/CBERS como alternativa para o monitoramento de ecossistemas costeiros: manguezais no Nordeste do Brasil.** In: Simpósio Latino-Americano de Percepção Remota. 2004. Chile.

KRUG, L. A.; LEÃO, C.; AMARAL, S.. **Dinâmica espaço-temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13. 2007 Florianópolis- SC. Anais eletrônicos. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr>> Acesso em: 15 de janeiro. Ed. INPE. p. 2753-2760.

KOVACS, J. M et al. **Mapping Disturbances in a Mangrove Forest Using Multi-Date Landsat TM Imagery.** Environmental Management v. 27, nº. 5, pp. 763–776.

KOVACS, J. M. 1999. **Assessing mangrove use at the local scale.** Landscape and Urban Planning, v.43, p.201–208.

LACERDA, L. D. **Manguezais: Florestas de Beira Mar.** Ciência Hoje. v. 3, nº. 13: 63-70. 1984.

LACERDA, L. D; MAIA, L. P; MONTEIRO, L. H. U; SOUZA, G. M. E; BEZERRA, L. J. C; MENEZES, M. O. T. **Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais.** Ciência Hoje, Rio de Janeiro, p. 24 – 29. Agosto, 2006. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XXXVII. Part B7. Beijing 2008.

LAMBERTI, A. **Contribuição ao conhecimento das plantas do manguezal de Itanhaém.** Boi. Fac.Fil.C.L. da USP, 317, Botânica, 23 São Paulo, 1969. 217p. Itanhaém. Boi. Fac.Fil.C.L. da USP, 317, Botânica, 23 São Paulo, 1969. 217p.

LEBIGRE, J.M. **Les marais à mangrove et les tannes.** Disponível em: <http://www.futura-sciences.com/fr/print/comprendre/dossiers/doc/t/geographie/d/les-marais-amangrove-et-les-tannes_683/c3/221/p1/>. Acessado em: 2 nov2010.

LIGNON, M. C.. **Ecologia de manguezais: Desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananeia- Iguape, São Paulo, Brasil.** 2005, 72f. Tese (Doutorado Oceanografia Biológica). Universidade de São Paulo. São Paulo.

LUGLI, D.O., **Caracterização Ecológica do Apicum do Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina.** Itajaí (SC). Brasil. 2004, 143 f. Tese (Dissertação em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade do Vale do Itajaí. Santa Catarina

MAIA, L. P. et al. **Estudos das áreas de manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.** Artigo. 62 p. Fortaleza-CE. 2005.

MARCELINO, R.L. **Diagnóstico sócio-ambiental do estuário do Rio Paraíba do Norte-PB com ênfase nos conflitos de usos e nas interferências humanas em sua área de influência direta.** 2000. 99f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. UFPB. João Pessoa.

MARINS, R. V. ; Dias, F. J. S.. **Alteração na hidroquímica do Estuário do Rio Jaguaribe: descarga ou retenção de sedimentos.** In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, v.9., 2003. Belém. Anais. p. 480-482

MARIUS, C. **Mangroves du Senegal et de la Gambie: ecologie – pédologie – géochimie, mise en valeur et aménagement.** Paris: ORSTOM, 1985. (Collection Travaux et Documents, 193).

MENGHINI, R. P.. **Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados: Ilha Barnabé (Baixada Santista), São Paulo, Brasil.** 2008. 115 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). Universidade de São Paulo. São Paulo.

MEIRELES, A.J. DE A.; CASSOLA, R.; TUPINAMBÁ, S.V.; QUEIROZ, L. DE S. **Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil.** *Mercator*, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/48>>. Acessado em: 17jan2011.

MENGHINI, R. P. **Ecologia de manguezais: Grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha de Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil.** Dissertação, 115p. Instituto Oceanográfico do Estado de São Paulo, 2004.

MIRANDA, B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B.. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários.** Universidade de São Paulo: São Paulo, 2002. 411 p. Nascimento, S. 1993. 54

MONTEIRO, L. H. **Evolução das áreas de manguezal do litoral Nordeste brasileiro entre 1978 e 2004;** Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

MORAIS, L. M. F. A. **Expansão urbana e qualidade ambiental no litoral de João Pessoa-PB.** 2009.171f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.

NASCIMENTO, S.A. **Estudo da importância do “apicum” para o ecossistema manguezal.** Aracaju: ADEMA, 34 p., 1999.

NOVO, E. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blüch, 1992. 308 p.

OLIVEIRA, T. S.; BARCELLOS, R. L. **Caracterização sedimentológica e geoquímica do apicum do sistema estuarino do Rio Itapessoca, Goiana – Pernambuco.** Tropical Oceanography (Revista Online). Recife, v. 39, n. 1. p. 1-13, 2011.

PANITZ, C. M. N.; PORTO-FILHO, E. **O manguezal do Rio Caveiras, Biguaçu- SC um estudo de caso IV: principais tensores e capacidade de recuperação do ecossistema.** Revista Oecologia Brasiliensis, v.I, p. 543-556 1995.

PELLEGRINI, J. A.C.. **Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro- RJ.** 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade de São Paulo. São Paulo.

PRITCHARD, DONALD W. **What is an estuary: physical view point, in estuaries,** publication no 83, American Association For The Advancement of Science, Wash, D C, P 3-5, 1967. 3 P.

QUINAMO, T. S. dos. **Pesca artesanal e meio ambiente em áreas de manguezais no complexo estuarino-costeiro de Itamaracá, Pernambuco: o caso de Itapissuma.** 2006. 221f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. UFPB. João Pessoa

RAMOS, C. A. R. **Qualidade ambiental, distribuição e densidade do mesozooplâncton do estuário de Guarajá-Mirim, Vigia de Nazaré NE do Pará.** 2007. 126f. Dissertação (Ciência animal). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém. 2007.

ROTTA, E. ; ZONTA, M.; BELTRAMI, L.C.C., **Manual de Prática de Coleta e Herborização de Material Botânico.**

RUIVO, M.L.; AMARAL, I.G.; FARO, M.P.S.; RIBEIRO, E.L.C.; GUEDES, A.L.S.; SANTOS, M.M. L. **Caracterização Química da Manta Orgânica e da Matéria Orgânica Leve em Diferentes Tipos de Solo em uma Topossequência na Ilha de**

Algodual/Maiandeuá, PA. Revista Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 1, p. 227-234, jan-abr. 2005

SILVA, J. S., Oliveira, T. H., Torres, M. F. A. **Utilização de imagens aéreas na análise temporal de ambientes impactados: Estudo de caso - Estuário do rio Jaboatão - Pernambuco – Brasil.** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto v. 14. 2009. Natal. Anais eletrônicos. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr>>. Acesso em: 02 de janeiro de 2009. Ed. INPE. p.6257-6263 . 55

SÁNCHEZ, L.E.. **Avaliação ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006b. 496 p.

SANTOS, J. E. **A Carcinicultura no Ceará : principais impactos ambientais em uma fazenda no cumbe – estuário do Rio Jaguaribe.**2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca).Universidade Federal do Ceará.

SANTOS, C. A. **Análise da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais na área estuarina de Itapessoca- Goiana- PE.** 2007.103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

SANTOS, C. A.. **Análise da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais na área estuarina de Itapessoca- Goiana- PE.** Dissertação. 109 p. Goiana- PE. 2007.

SANTOS, M. V. **Apicuns, salgados e manguezais e a ideologização do debate sobre a carcinicultura marinha brasileira.** Revista da ABCC, Edição nº 4, ano 7, dez 2005.

SANTANA, N. M. G. de, PASSOS, P. F., MARACAJÁ, F. A. R., CUNHA, V. H. D., SILVA, J. B. da, TORRES, M. F. A. **Distribuição Espaço Temporal e Uso e Ocupação dos Apicuns no Estuário de Itapessoca-PE.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, VIII, 2010, Pernambuco. **Anais...** Recife, 2010

SILVA, J. B.. **Territorialidade da pesca no estuário de Itapessoca- PE: Técnicas, Petrechos, espécies e impactos ambientais.** 2006. 103f Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. UFPE. Recife.

SILVA, J. B. da; **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco**. Tese de doutorado, 188p. Programa de Pós Graduação em Geografia – UFPE. 2012.

SILVA, J. B. da; GALVÍNCIO, J. D; CORRÊA, A. C. de B; SILVA, D. G da; MACHADO, C. C. C. **Classificação geomorfológica dos estuários do estado de Pernambuco (Brasil) com base em imagens Landsat 5/TM**. In: Revista Brasileira de Geografia Física 01, 118-133, 2011.

SILVA, J. B. **Estuário do rio Itapessoca – Goiana/PE: Considerações Fisiográficas e Alternativas de Manejo**. Monografia de Graduação. Curso de Bacharelado em Geografia. UFPE, CFCH, março de 2003. 99p

SIQUEIRA, R.L.; **Caracterização de uma planície hipersalina (apicum) no manguezal do estuário do Rio dos Passos no município de Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**.2009. Recife. Monografia (Oceanografia). UFPE. 2009

SOARES, M. L. G. **Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 59, nº 3, p. 503-515. 10 de setembro de 2009.

SOUZA, P. W. M. F..**Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia:Cenário Morfológicos e Quantificação de Áreas Usando Dados de Sensores Remotos**.Revista Brasileira de Geofísica v.23, nº 3, p.427-435. Dezembro de 2005.

SUGUIO, K.; **Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas Afins**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1998 1.222 págs

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. **Guia para estudos de áreas de manguezais (estrutura, função e flora)**. [S.l.]: Caribbean Ecological Research. 156 p. 1986

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Coord). *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. Caribbean Ecological Research: São Paulo, 1995. 64 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras*. In: Congresso Nacional de Botânica, 53, Recife, p. 34-37, 2002.

_____. **Grupo de Ecossistemas: Manguezal, Marisma e Apicum**. São Paulo: Brasil, 119 p. 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. **Guia para estudos de áreas de manguezais (estrutura, função e flora)**. [S.l.]: Caribbean Ecological Research. 156 p. 1986.

VANNUCCI, M.. **Os manguezais e nós**. 2º edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 244 p.

UCHA, J.M.; SANTANA, P.S.; GOMES, A.S.R.; BARRETO, E. DO N.; VILAS-BOAS, G. DA S.; RIBEIRO, L.P. **Apicum: gênese nos campos arenosos e degradação dos manguezais em dois municípios baianos**. E.T.C. – Educação, Tecnologia e Cultura, v. 3, p. 26-27, 2004.

VARJABEDIAN, R.. **Impactos sobre os manguezais**. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 49 – 52 p.

VICENT, R. C.. **Recuperação de manguezais degradados**. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 53 – 55 p.

WALSH, G. E. 1974. **Mangroves: a review**. In: REIMOLD, R.J e QUEEN, W.H. (Eds.). *Ecology of halophytes*. Academic Press, New York, p.