

Evolução espacial de apicuns: fatores antrópicos e naturais na Baía de Todos os Santos, costa nordeste do Brasil

Spatial evolution of supramareal hypersaline plans associated with mangrove forests: anthropic and natural factors on the Todos os Santos bay, northeast coast of Brazil

Daniele Vasconcelos Nascimento*, Gisele Mara Hadlich*, Luis Felipe Ferreira Mendonça*, Carlos Alexandre Domingos Lentini*, Renata Barreto Mascarenhas*, Jucelino Balbino da Silva Júnior*

* Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente - POSPETRO, Universidade Federal da Bahia - UFBA, danielevnascimento@gmail.com, gisele@ufba.br, luis.mendonca@ufba.br, clentini@ufba.br, renata.mascarenhas1@hotmail.com, jucelino.junior22@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v53i0.79573>

Resumo

Apicuns são ambientes transicionais planos e hipersalinos, associados a manguezais. Na Baía de Todos os Santos (BTS), os manguezais e apicuns ocupam, respectivamente, 177,6 km² e 10,2 km². O objetivo deste estudo foi analisar a variação espaço-temporal de apicuns na BTS, entre os anos de 1954 e 2015, com base em fotografias aéreas dos anos de 1954, 1989, 2010 e imagens de satélite do ano de 2015. Quatro municípios foram selecionados ao longo do litoral da BTS: Madre de Deus (MD) ao norte, Saubara (SB) a noroeste, Vera Cruz (VC) a centro-oeste e Jaguaripe (JP) a sudoeste. As áreas de apicuns nos diferentes anos foram digitalizadas com base em interpretação visual e corrigidas a partir de verdade de campo. A área total de apicuns calculada para 1954, nos quatro municípios, foi de 805 hectares (ha), enquanto no ano de 2015 foi de 618 ha, indicando uma redução de 23% na área ocupada. Esta redução não é homogênea, pois foram identificadas a diminuição dos apicuns em MD (-72,6%), JP (-21%) e VC (-25,2%) e uma estabilização em SB (+5%). Em VC e MD, o avanço da ocupação urbana sobre os apicuns ocorreu através de aterros. Com exceção das mudanças antrópicas, observou-se a formação de apicuns a partir do fechamento de franjas de manguezal. Na maior parte das áreas ocorreu avanço de manguezais sobre os apicuns, o que pode decorrer de uma maior pluviosidade em relação à evaporação, de marés meteorológicas ou da variação no nível do mar.

Palavras-chave: Análise multitemporal; planícies hipersalinas supramareais; baía tropical.

Abstract

'Apicuns', on Portuguese, are transitional flat and hypersaline environments associated with mangroves. In Todos os Santos Bay (TBS), mangroves and apicuns occupy 177.6 km² and 10.2 km²,

respectively. The aim of this study was to analyze the spatio-temporal variation of apicuns in TBS, between 1954 and 2015, based on aerial photographs from the years 1954, 1989, 2010 and satellite images from the year 2015. Four municipalities were studied along the TBS coast: Madre de Deus (MD) to the north, Saubara (SB) to the northwest, Vera Cruz (VC) to the midwest and Jaguaripe (JP) to the southwest. The apicuns areas in the different years were digitized based on visual interpretation and corrected from field truth and in situ analysis. The total area of apicuns calculated for 1954, in the four study regions, was 805 hectares (ha), while in 2015 it was 618 ha, indicating a reduction of 23% in the occupied area. This reduction is not homogeneous, as a decrease in the apicuns of MD (-72.6%), JP (-21%) and VC (-25.2%) and a stabilization in SB (+ 5%) were identified. In VC and MD, the advance of urban occupation over apicuns occurred through landfills. Apart from anthropogenic changes, the formation of apicuns was observed from the closure of mangrove fringes. In most areas, there was an advance of mangroves over the apicuns, which can result from greater rainfall in relation to evaporation, weather tides or sea level variation.

Keywords: Multitemporal analysis; Supratidal salt flats; Tropical Bay.

I. INTRODUÇÃO

Apicum é uma palavra indígena que descreve um ambiente costeiro presente em áreas marginais de manguezais, caracterizado por uma planície hipersalina supramareal, de textura arenosa e com menor vegetação ou desprovido dela. Não existe um termo correspondente perfeito em inglês, pois difere dos pântanos salgados porque nos pântanos a enchente ocorre diariamente, enquanto nos apicuns, apenas as marés de sizígia os recobrem. Seu limite é estabelecido pelo nível médio das preamares equinociais (ALBUQUERQUE et al., 2014a, p. 99). Os apicuns se localizam nas porções periféricas de estuários semiáridos, nas regiões com regime de exclusão que comporta uma estação seca de três meses aproximadamente (LEBIGRE, 2003, p. 42); assim como os manguezais, estão sujeitos aos fluxos de matéria e energia típicos de ambientes costeiros (SILVA et al., 2020).

A redução da inundação das marés, associada a um ambiente evaporativo e um déficit hídrico, parecem ser os principais fatores de controle para a formação dessas zonas úmidas costeiras hipersalinas (ALBUQUERQUE et al., 2014a, p. 99; LEÃO, et al., 2018, p. 57). Materiais orgânicos (truncos, raízes e remanescentes de conchas de ostras) encontrados em profundidades variáveis de alguns apicuns, indicam a ocorrência de manguezais soterrados (ALBUQUERQUE et al., 2014b, p.140), registrando, fisicamente, que o mar atingiu níveis mais altos que no presente (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016, p. 37). Esses materiais orgânicos foram encontrados em diferentes apicuns na BTS e em Valença (UCHA et al., 2004, p. 26; HADLICH et al., 2008, p. 59) na Bahia, assim como em apicuns de Sergipe (NASCIMENTO, 1999, p. 34), na Paraíba (ARAÚJO et al., 2019, p. 112), e por Marius (1985, p. 193) no Senegal.

Variações espaciais das áreas de apicuns podem estar associadas às variações do índice pluviométrico local, que provocam diminuição ou aumento da salinidade local e o conseqüente avanço ou recuo do manguezal sobre a área de apicum. O avanço dos manguezais sobre essas áreas de apicum acontece em anos seguidos de elevada precipitação, ou através de variações oceanográficas associadas ao aumento do nível das marés (ACKERMANN et al., 2006, p. 1; LOVELOCK; ELLISON, 2007, p. 237). O crescimento ou a retração desses ambientes podem sofrer influências diretas das variações climáticas. No nordeste do Brasil, a resposta interanual da precipitação é mais forte quando o gradiente meridional é positivo, induzindo secas, ou negativo, nos períodos mais chuvosos. Os períodos de El Niño, no nordeste brasileiro, geraram períodos secos, atribuídos a um deslocamento para leste da circulação de Walker, em virtude do aumento da convecção no Pacífico Equatorial (ARAÚJO COSTA, 2012, p.73). Em anos de La Niña pode-se encontrar um padrão inverso com aumento da precipitação em grande parte do nordeste brasileiro (LUCENA et al., 2011, p. 297).

As variações locais de nível do mar são descritas na bibliografia como um importante fator no avanço dos manguezais sobre os apicuns, uma vez que esta redução permite o estabelecimento de uma vegetação arbórea, haja vista que a distribuição do manguezal em direção ao apicum está diretamente relacionada com a salinidade (SOARES et al., 2017, p. 102; SCHMIDT; BEMVENUTI; DIELE, 2013, p. 9; LARA et al., 2002, p. 97; PELLEGRINI, 2000, p. 262; BOURGEOIS et al., 2019, p. 289; TURRA; DENADAI, 2015).

A elevação do nível do mar, na ordem de 6 mm/ano, gerou, segundo Armitage et al. (2015, p. e0125404), o avanço de manguezais sobre diversas marismas no Golfo do México. Outros trabalhos, como Hsu e Lee (2018, p. 360) e Krauss et al. (2014, p. 19), mostraram esse mesmo processo, em outras regiões do globo, fazendo com que o manguezal migre para o interior da costa ao longo de gerações sucessivas. Portanto, alterações no nível relativo dos mares podem impactar diretamente nas áreas de apicuns, podendo sua evolução espacial ser indicadora de mudanças climáticas em nível local e/ou global (ADAM, 2002, p. 39; DALE et al., 2007; HADLICH; UCHA, 2009, p. 19).

A possibilidade de alguns apicuns serem recolonizados por espécies de mangue após sua formação é relatada por Schaeffer-Novelli (1999, p. 119), Lebigre (2003, p. 42), Oliveira et al. (2000, p. 255), Hadlich et al., (2015, p. 69), Lara et al., (2002, p. 97). Trabalhos semelhantes foram reportados por Saintilan e Williams (1999, p. 117), Harty (2004, p. 405), Rogers, Saintilan e Heiknis (2005, p. 551), Snedaker (1995, p. 43) e Bourgeois et al. (2019, p. 289) no coração de Voh, na Nova Caledônia.

Nas regiões costeiras, fatores de origem antrópica como alterações locais na hidrodinâmica das marés a partir da construção de barragens, dragagens, estradas, ou ainda modificações no aporte sedimentar, também podem provocar aumento ou diminuição nas áreas de apicuns (LEBIGRE, 2003, p. 42; DUKE, 2006, p. 200; SAINTILAN; WILLIAMS, 1999, p. 117).

No Brasil, apicuns são frequentemente encontrados nos estados do Ceará e Bahia devido às condições climáticas favoráveis (tropical árida e semiárida) para a formação desses ecossistemas (ALBUQUERQUE et al., 2014a, p.99). Estudos na região NE brasileira, como os de Boaventura et al. (2011), Crepani e Medeiros (2003, p. 1541), Oliveira et al. (2000, p. 255), Meireles (2004, p. 38), mostram que a implantação da carcinicultura pode ser responsável pela supressão dos manguezais e apicuns, conforme também citado por Leão, Prates e Fumi (2018).

A BTS possui uma área de aproximadamente 1.100 km² e uma população de quase 3 milhões de habitantes no seu entorno, destacando-se em atividades industriais e com presença de aglomerações urbanas. Nela os manguezais e apicuns ocupavam 177,6 km² e 10,2 km² em 2005, respectivamente, e estão geralmente localizados próximos a encostas de baixa declividade (HADLICH et al., 2008, p. 59; HADLICH; UCHA, 2009, p. 13).

Considerando os diversos fatores naturais e antrópicos que podem afetar a área ocupada por apicuns na BTS, o presente trabalho teve por objetivo analisar a variação espaço temporal dos apicuns situados em municípios de diferentes posições geográficas da BTS: Madre de Deus, ao norte; Saubara, a noroeste; Vera Cruz, na costa ocidental da Ilha de Itaparica, e Jaguaripe, no extremo sudoeste (Figura 1). Estes municípios foram selecionados para o estudo, devido ao fato de ocuparem as áreas litorâneas com maior ocorrência de apicuns na BTS (HADLICH et al., 2008, p. 59).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A variação espacial dos apicuns ao longo das últimas décadas foi inicialmente realizada com base em fotografias aéreas pancromáticas do ano de 1954 (escala 1:25.000). Estas fotografias foram disponibilizadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil - CPRM/SGB, obtidas através do Voo 53D-1 – realizado pela Petrobrás e compradas pela CPRM. Para os anos de 1989 e 2010, as fotografias foram cedidas pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia – CONDER, com escalas de 1:40.000 e 1:10.000, respectivamente. Para o ano de 2015, foi utilizada uma imagem Landsat-8, sensor OLI (Operational

Land Imager), de 13/12/2015 visualizada no Google Earth Pro (imagem). O georreferenciamento das fotografias em meio digital foi realizado com base na imagem de 2015 e com base em pontos evidentes nas fotografias de 1954 (cruzamentos de estrada, praças, limites de pontes). Em seguida, foi realizado a checagem do georreferenciamento através do levantamento de pontos de controle em campo (utilizando GPS Garmin, modelo eTrex H portátil), conforme realizado em trabalhos de análise multi-escalar e multi-temporal (FONSECA et al., 2018). As imagens do software Google Earth foram utilizadas haja vista a alta resolução espacial e gratuidade do sistema visual de imagens (LOPES; NOGUEIRA, 2011, p. 2308; EMBRAPA, 2012; PAREDES-HERNÁNDEZ et al., 2013, p. 588; ARIEF; ITAYA, 2017, p. 82). Somente para os anos de 1954 e 2015 houve cobertura total dos municípios estudados.

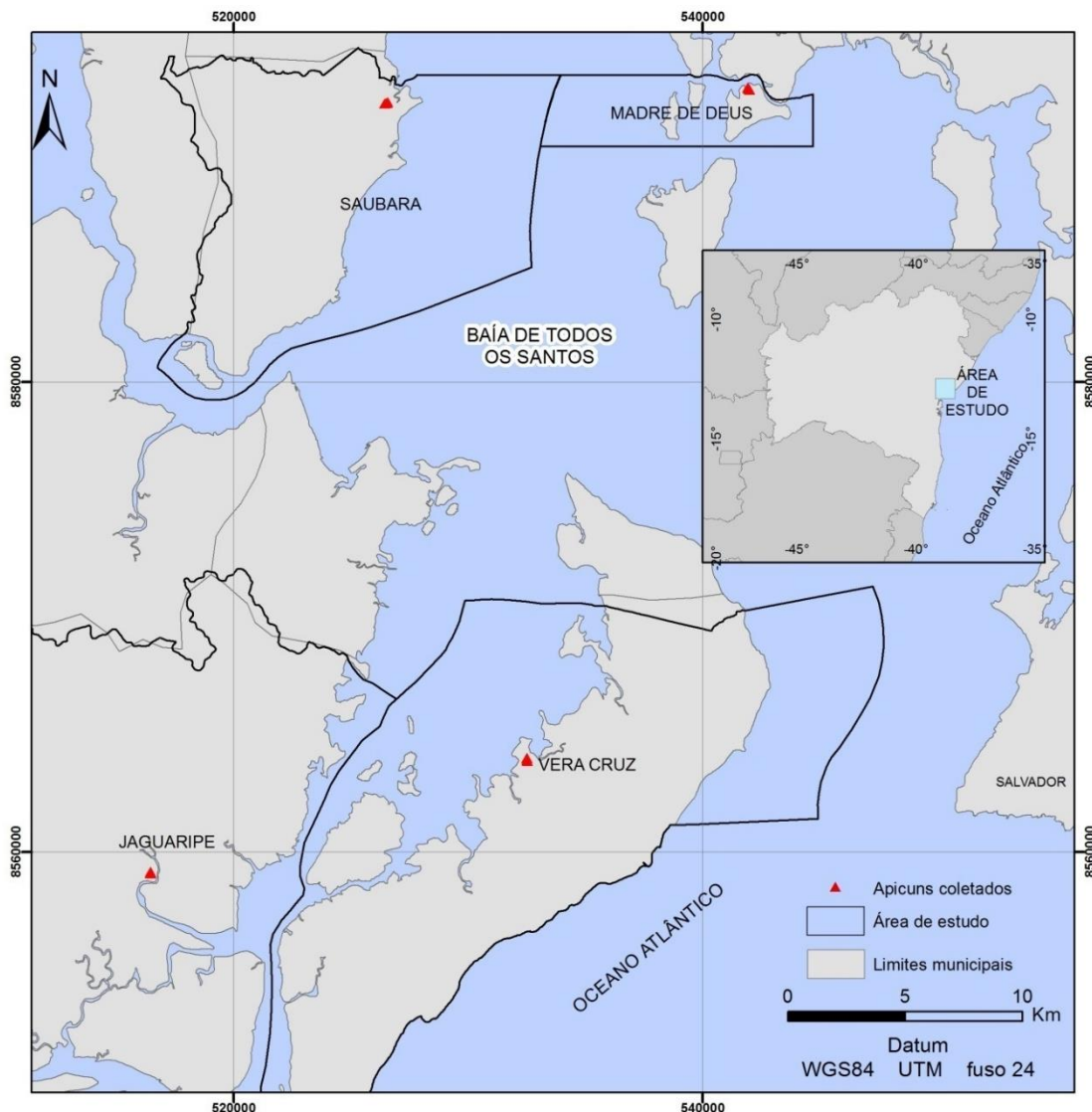


Figura 1 - Estado da Bahia e localização dos quatro municípios estudados quanto à variação temporal de apicuns.

Para a manipulação das fotografias e elaboração dos mapas, foi utilizado o programa Qgis versão 2.18 Las Palmas. Para cada ano de imagem analisado, foram produzidos mapas com a delimitação de todos os apicuns encontrados nos municípios estudados: Jaguaripe (JP), Madre de Deus (MD), Vera Cruz (VC) e Saubara (SB) (Figura 1), a partir de interpretação visual e digitalização dos limites dos apicuns (UTM zona 24, datum SIRGAS 2000). A interpretação das fotografias foi realizada com base na chave de padrões de interpretação das aéreas de apicuns e os ambientes que o circundam, apresentados por Jesus e Hadlich (2009, p. 5881). A resolução espacial das fotografias aéreas permitiu uma melhor identificação dos apicuns e suas regiões de fronteira que imagens de satélite disponíveis para os anos de 1989 e 2010.

Visando validar os dados gerados digitalmente, foi realizada em campo a checagem dos apicuns, sobretudo de seus limites, com auxílio de um GPS de campo (marca Garmin). Houve um maior detalhamento no levantamento de campo no município de Jaguaripe, devido à maior cobertura de nuvens na imagem de 2015.

A fim de verificar a possibilidade de aumento do nível do mar na BTS, foram obtidos e analisados os dados da estação maregráfica de Salvador, gerenciada pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. Obteve-se dados de variação do nível do mar dos anos de 2006 a 2020. Os dados brutos foram processados e filtrados por um filtro do tipo passa-baixa Lanczos-Cosseno (THOMPSON, 1983, p. 1077), que remove 95% das oscilações com frequências inferiores a 40 horas. Este processo é responsável por separar as componentes de alta frequência (mareal) e as de baixa frequência (sub-mareais) associadas à atuação de sistemas meteorológicos de meso e larga escala. Também foram analisados os dados de pluviosidade obtidos a partir da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) do município de Salvador (Código A401) (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>).

Os dados meteorológicos foram analisados a partir de uma série temporal referente a março de 2010 até janeiro de 2020, e médias acumuladas mensais dos últimos 30 anos. Estes dados foram processados com o objetivo de extrair informações estatísticas como média, desvio-padrão mensal de pluviosidade e o acumulado médio de chuva durante este período. Não foram utilizados anos anteriores devido à falta de continuidade dos dados disponibilizados, o que não permitiu calcular com confiabilidade os totais de precipitação ao longo do período estudado.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variação espacial de dimensão de apicuns nos quatro municípios estudados foi feita com base nas fotografias aéreas de 1954 e, a partir destas, foram estimadas as taxas de retração ou crescimento temporal até 2015, com dados intermediários conforme disponibilidade de fotografias aéreas (Tabela 1).

Tabela 1 – Áreas ocupadas por apicuns (em hectares) em quatro municípios da Baía de Todos os Santos, delimitadas nos mosaicos estudados

Ano	Jaguaripe JP	Vera Cruz VC	Madre de Deus MD	Saubara SB
1954	392,41	303,66	42,52	66,74
1989	-	-	14,23	-
2010	-	251,80	-	69,55
2015	310,03	227,17	11,64	70,10
Variação 1954-2015	-21%	-25,2%	-72,6%	+5%

A cobertura total da área estudada ocorreu somente nos anos de 1954 e de 2015, o que permitiu estimar uma área total de apicuns, para os quatro municípios estudados (JP, MD, SB e VC), de 805 hectares em 1954, e de 618 hectares no ano de 2015. Ocorreu, portanto, uma redução de 23% de área nos apicuns dos municípios estudados. Esse comportamento, entretanto, não é homogêneo. Enquanto em JP e VC, parte oeste-sudoeste da BTS, a perda foi de cerca de 1/5 da área, em MD ocorreu perda de quase 3/4 da área total de apicuns, ao passo que em SB houve um acréscimo de 5%.

Para o município de Jaguaripe foi possível analisar somente os anos de 1954 e 2015. Existe uma faixa de feições repetidas, com os apicuns distribuindo-se às margens dos rios Jaguaripe e Jacuruna, sendo divididos em dois setores: porções sudoeste e nordeste do litoral, denominadas JP-A e JP-B, respectivamente (Figura 2). Uma redução de 21% da área total dos apicuns ocorreu nesse período.

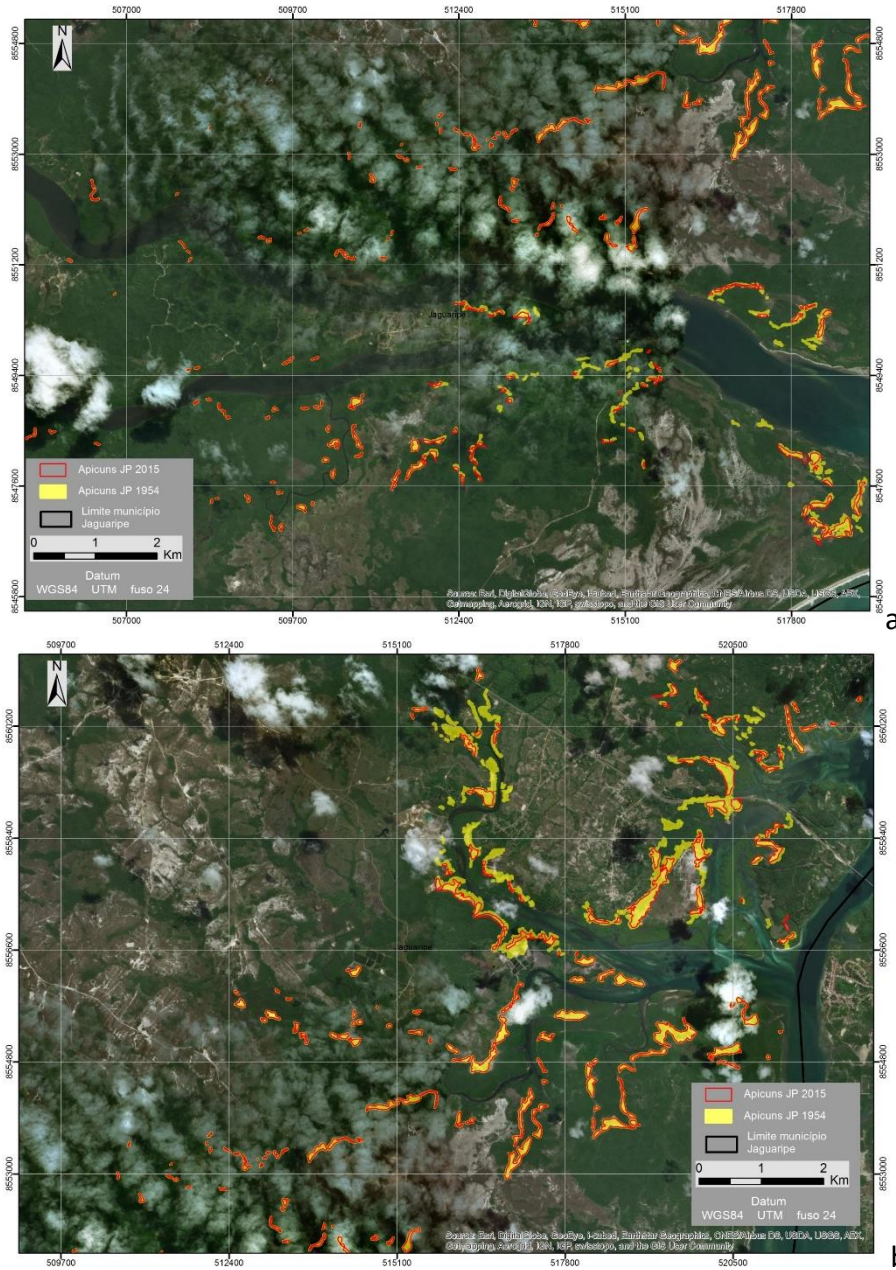


Figura 2 - Mapa de evolução espacial de apicuns no município de Jaguaripe (JP), setores A e B, gerados a partir das imagens de 1954 (amarelo) e 2015 (vermelho).

A Figura 2A mostra que os apicuns são geralmente menores e mais espaçados entre si, pois a área localiza-se mais a montante do rio Jaguaripe, portanto com menor aporte de água salina do que a jusante, o que diminui a ocorrência de hipersalinidade. Os apicuns no setor B, ao contrário, são maiores e mais adensados, justamente devido à maior concentração de águas mais salinas. Nesta área, foi constatada a presença de muitos espécimes de mangue mortos na transição apicum-manguezal, indicando o avanço do apicum sobre o

manguezal. Em ambas as regiões A e B, os apicuns estão sobre a planície de inundação e sob influência direta dos regimes de maré e, muitas vezes, formados a partir de paleocanais e braços do rio que foram fechados para a posterior formação do apicum.

Algumas áreas que foram mapeadas como apicuns em 1954, foram suprimidas em detrimento da construção de tanques de carcinicultura, ou devido ao avanço dos manguezais (Figura 3). Essa ocupação dos apicuns por manguezais sugere um aumento do nível do mar (ocupação natural do manguezal para montante no apicum, em direção às encostas), ou um aumento da pluviosidade que favorece a diluição dos sais.



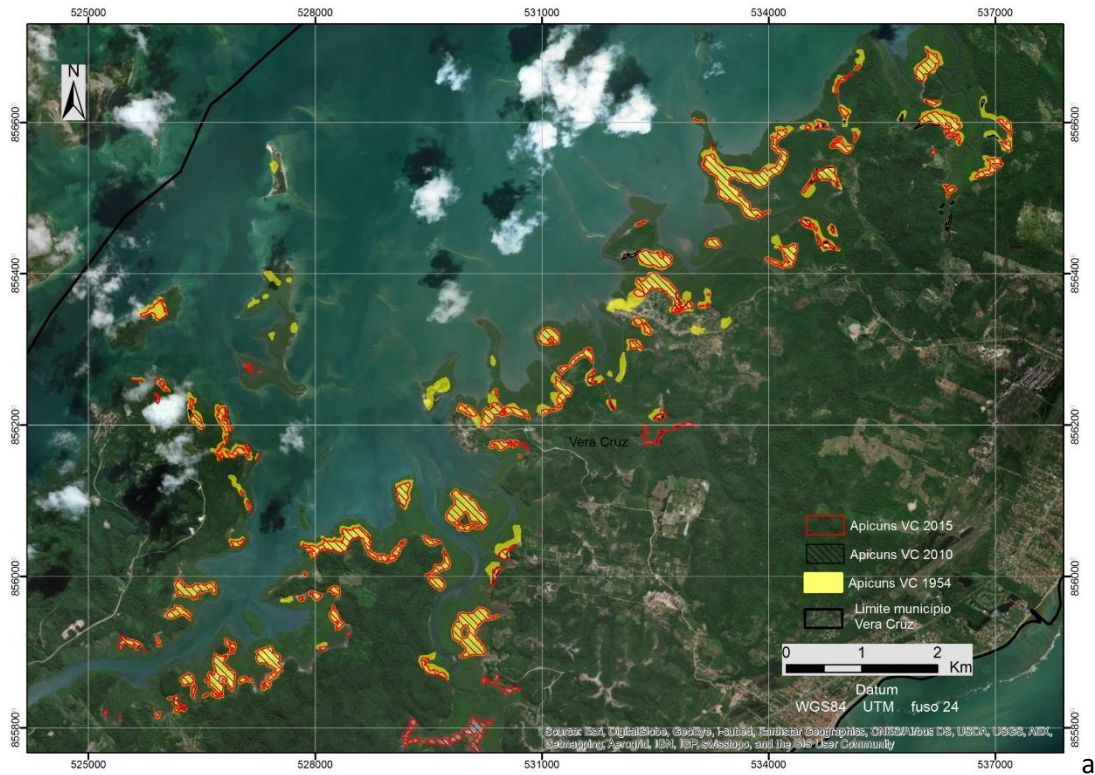
Figura 3 - Utilização das áreas de apicum no município de Jaguaripe (JP) para implantação de aquicultura (elipse preta) e o avanço do manguezal sobre os mesmos (elipse vermelha) para os anos de 1954 e 2015.

Para o litoral do município de Vera Cruz (VC), realizou-se análise dos anos de 1954, 2010 e 2015. Os apicuns localizam-se predominantemente na porção litorânea ocidental da Ilha de Itaparica, por se tratar de

uma área rasa e abrigada da ação dos ventos e ondulação. Com base nas imagens de 1954 e 2015, nota-se uma redução da área total de apicuns em aproximadamente 25%. Entre 1954 e 2010, a redução média foi de 0,92 hectares/ano. De 2010 para 2015, a redução média anual foi de 4,9 hectares. A análise detalhada desta região mostra que o manguezal avançou sobre o apicum e que a franja de manguezal foi se fechando, o que pode levar à formação de um apicum incluso, ou seja, totalmente rodeado por manguezais (Figura 4).

No município de Madre de Deus (MD), as imagens analisadas datam de 1954, 1989 e 2015. A formação dos apicuns ocorre de forma similar a Vera Cruz, por se tratar de uma área abrigada do regime de ventos, de ondas e sob influência direta do regime de maré e padrões de pluviosidade regional. Observa-se uma redução de aproximadamente 72% das áreas de apicuns entre 1954 e 2015 (Figura 5A). Devido à implantação do Terminal Marítimo Madre de Deus (TEMADRE) na década de 1950, vinculada à expansão da produção petrolífera na região, muitas áreas de apicuns foram aterradas e ocupadas pela urbanização. Grande redução ocorreu com a construção de uma estrada que atravessou apicuns e alterou toda a dinâmica hídrica local. A redução total dos apicuns ocorreu, principalmente, devido ao avanço da ocupação urbana por meio de aterros, mas também devido ao avanço de manguezais e a progressão da linha da costa sobre eles. Na ilha de Maria Guarda, pertencente a Madre Deus, foi possível observar a formação de apicum incluso através de processos de fechamento da franja de manguezais (Figura 5B). Albuquerque et al. (2014a, p. 99) sugerem que a formação dos apicuns também pode ser devida à formação de bancos de areia, como resultado do aprisionamento de sedimentos pela estruturação das raízes de mangue.

No município de Saubara (SB), um aumento de 5% na área total dos apicuns foi constatado (Figura 6) devido à ocorrência de antigas salinas usadas até os anos 1950, atualmente abandonadas, que se tornaram apicuns. Acredita-se que essas áreas eram apicuns antes de serem salinas, no entanto, não existem registros aerofotográficos anteriores a 1954 para a região.



VC – 1954

VC – 2010



VC – 2015



b

Figura 4 – A) Mapa de evolução espacial de apicuns no município de Vera Cruz (VC), gerados a partir das imagens de 1954, 2010 e 2015. B) Detalhe do fechamento das franjas de manguezal e do avanço do manguezal sobre o apicum formado.

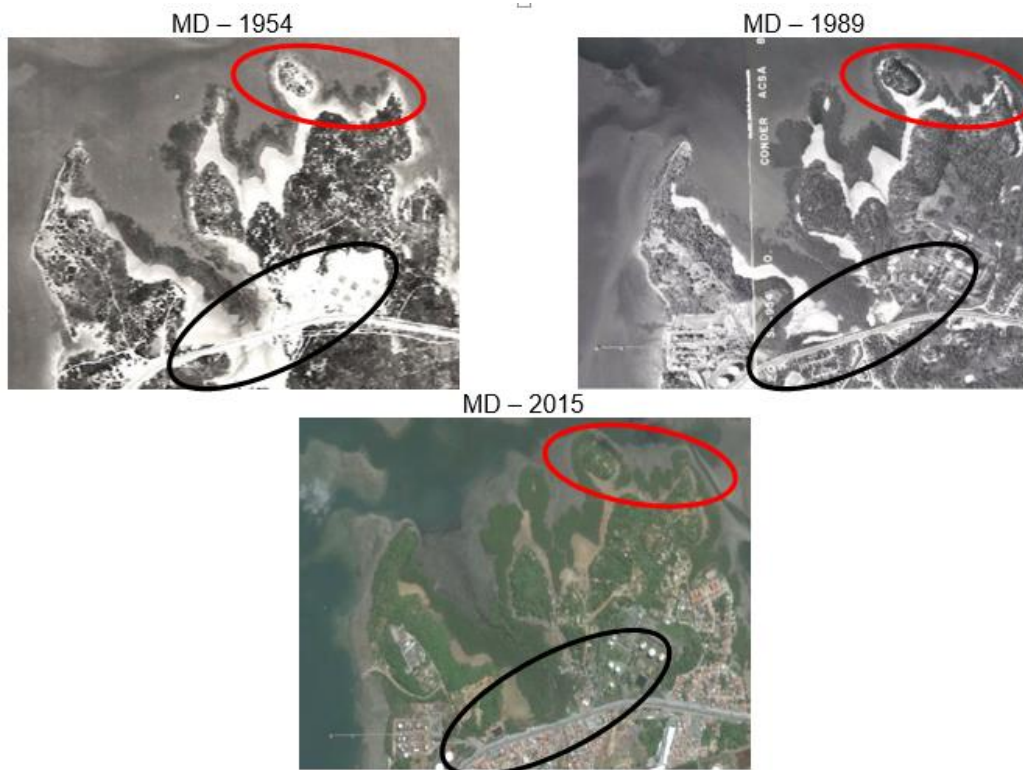
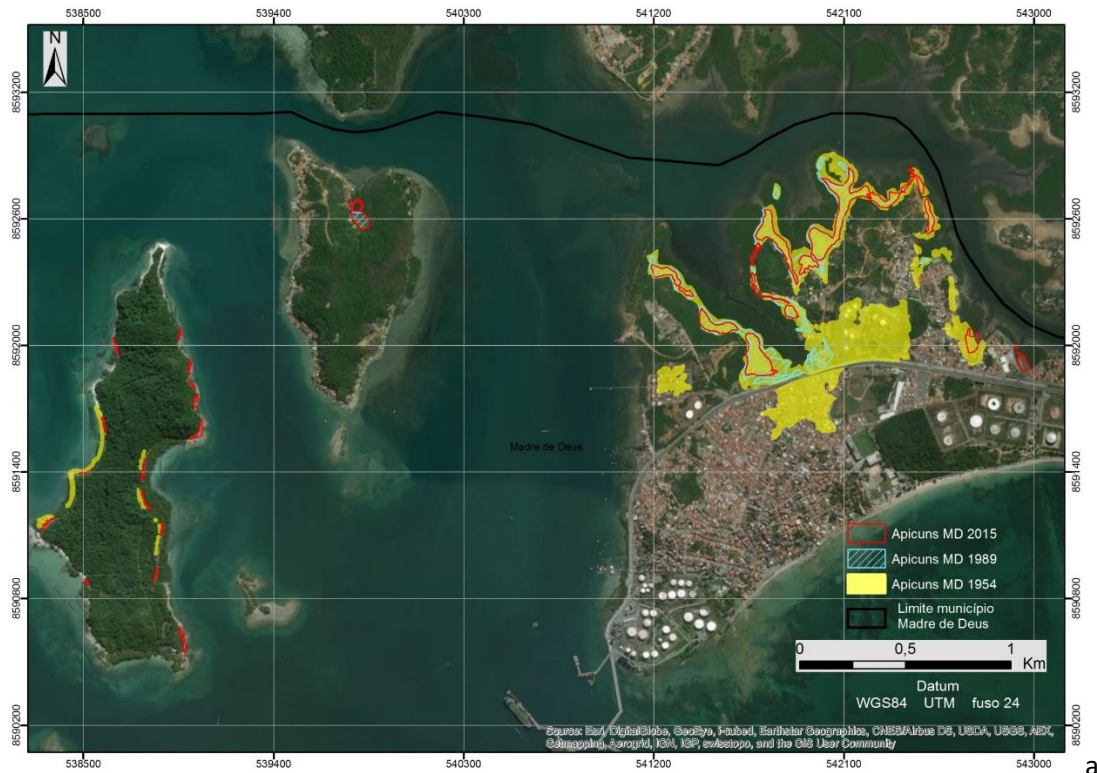
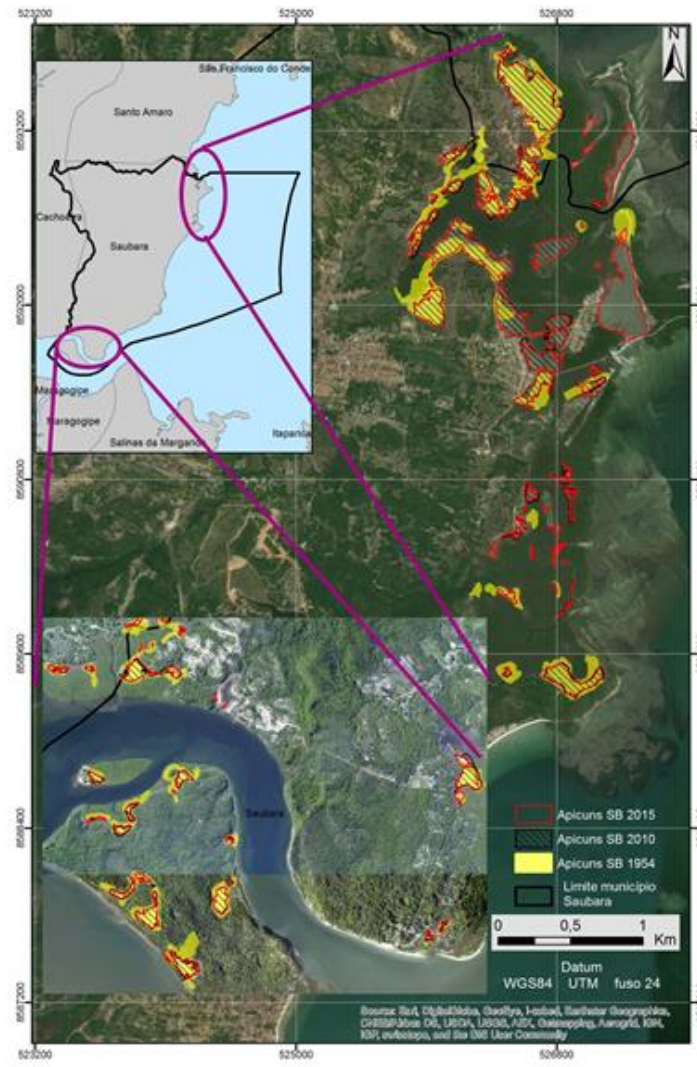


Figura 5 – A) Evolução espacial de apicuns no município de Madre de Deus (MD), gerados a partir das imagens de 1954, 1989 e 2015. B) Detalhamento do avanço do manguezal (elipse vermelha) e da ocupação urbana (elipse preta) sobre a antiga área de apicum.

À exceção de Madre de Deus (MD), onde a urbanização decorrente do desenvolvimento da indústria petrolífera impactou muito sobre os apicuns no município, a maior parte da redução dos apicuns se deu pela recolonização das áreas por manguezais. O aumento das áreas ocupadas por manguezais é registrado em diferentes partes do mundo (ARMITAGE et al., 2015, p. e0125404; LÓPEZ-MEDELIN et al., 2011, p. 143; HSU; LEE, 2018, p. 360), haja visto que os manguezais são sensíveis a variações ambientais nos níveis local e global, incluindo nível do mar e precipitação (SAINTILAN et al., 2014, p. 147). Apesar de Islam, Helena e Lalit (2019, p. 1458) afirmarem que as salinas e as fazendas de camarão reduzem a área dos manguezais, observou-se um crescimento geral da área ocupada por eles ao longo da costa de Bangladesh.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (STOCKER et al., 2013) reconhece que o nível do mar sofreu variações durante o século XX, onde a taxa de subida do nível médio do mar havia aumentado quando comparada à do século XIX, porém a expansão térmica dos oceanos e as variações do nível médio do mar ocorrem de forma localizada (CHURCH et al., 2011, p. 130). Dados de variação global do nível do mar absoluto também são obtidos por dados de satélites altimétricos, entretanto, não produzem ainda valores condizentes com estas estimativas.

Na costa brasileira, Mesquita (2003, p. 21) afirma ocorrer um aumento do nível do mar de 0,3 a 4 mm/ano. Porém Aubrey, Emery e Uchuoi (1988, p. 269) chamam a atenção para a dificuldade em estabelecer pequenas variações no nível do mar na costa sulamericana, devido ao registro de elevações e subsidências crustais relacionadas à placa de Nazca. Importante lembrar que estes processos geológicos são outro fator apontado na literatura para alterações nas áreas de apicuns, associados ao recuo ou avanço da linha litorânea.



SB - 1954

SB - 2015



Figura 6 - (A - acima) Evolução espacial de apicuns no município de Saubara (SB), gerado a partir das imagens de 1954 (amarelo), 2010 (hachurado negro) e 2015 (vermelho). (B - abaixo) Detalhe de antigas salinas que se transformaram em apicuns no período 1954 a 2015.

Entretanto, segundo Ward et al. (2016, p. e01211), a ocorrência de subsidência ou elevação da superfície não foram considerados como relevantes para a BTS, haja visto os baixos valores registrados para o NE brasileiro. Paralelamente, Pirazzoli (1986, p. 1) afirma que ao longo da costa brasileira, os registros de nível do mar são relativamente curtos. Além disso, seu estudo mostra uma pequena elevação do nível do mar no Porto de Salvador entre os anos 1950 e 1970, com uma redução posterior de ordem centimétrica até os anos 1980.

A partir da análise estatística dos dados maregráficos do porto de Salvador, verificou-se um aumento médio de 0,5 mm/ano, podendo ser diagnosticado como fator de imprecisão dentro do desvio padrão de calibração do equipamento. Em um estudo similar, desenvolvido por Bourgeois et al., (2019, p. 289) no coração de Voh, na Nova Caledônia, os pesquisadores identificaram um aumento no nível em escala centimétrica suficiente para causar o avanço do manguezal sobre o apicum. Porém, não sendo possível afirmar que está ocorrendo um aumento do nível médio dos mares no litoral da BTS, optou-se por analisar possíveis casos de anomalia do nível do mar associados ao vento e às marés meteorológicas sobre áreas de apicuns. Turra e Denadai (2015, p. 258) registram casos de apicuns atingidos por águas estuarinas ou marinhas a partir de empilhamentos relacionados a dinâmicas atmosféricas, tais como sistemas frontais.

Na figura 7 consta o espectro das variações do nível do mar positivas da estação maregráfica de Salvador, uma vez que estes valores possuem maior impacto sobre a variação halina do apicum. O espaçamento entre os picos observados na figura indica possíveis variabilidades relativas a processos estocásticos oceânicos e atmosféricos de escala sinótica, como o fenômeno El Niño, podendo ainda, segundo Morettin et al. (1993, p. 11), estar associado a manchas solares e/ou eventos astronômicos.

As componentes não astronômicas do nível do mar, associadas a marés meteorológicas e eventos de menor escala temporal sobre a variabilidade halina do apicum, mostra que existem picos de elevação do nível médio do mar sem período definido. Estes valores maiores, no entanto, podem contribuir para o avanço da água da BTS sobre as áreas de apicum. Toda a dinâmica do apicum e, por conseguinte do manguezal próximo, depende das condições de salinidade que, por sua vez, estão relacionadas às condições climáticas e à oscilação das marés. Considerando-se valores recorrentes de 10 a 20 cm acima da maré meteorológica, somado à amplitude de maré e altura de onda, a área de avanço da água do mar da BTS pode crescer substancialmente sobre os apicuns e levar a uma diminuição da salinidade na interface apicum-manguezal. A remoção de sais permite que a vegetação do manguezal se desenvolva em direção ao apicum à montante. A BTS possui uma

salinidade em torno de 37 (CIRANO; LESSA, 2007, p. 363), enquanto nos apicuns da baía a salinidade ultrapassa 100.

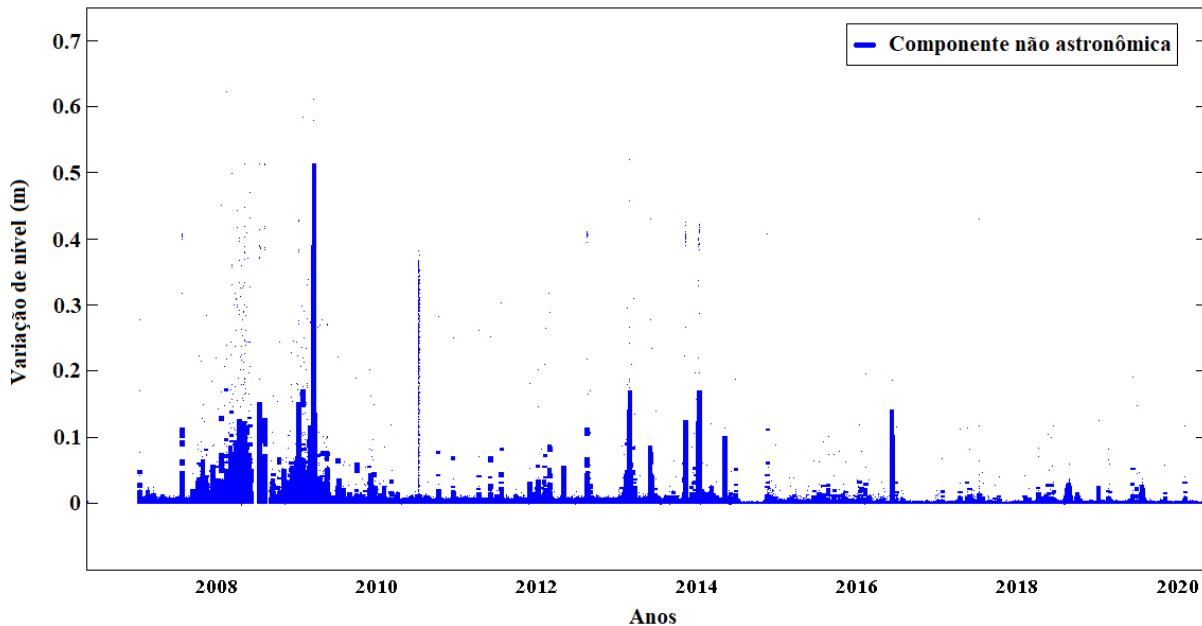


Figura 7 – Dados de variação da componente não astronômica do nível do mar obtidos através da Estação Maregráfica de Salvador – Centro de Hidrografia da Marinha (<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>).

Outro fator natural a ser considerado é a precipitação anual. Estima-se que a área da BTS recebe anualmente uma média de $2,42 \times 10^9 \text{ m}^3$ de água doce de origem atmosférica, e perde um total $0,92 \times 10^9 \text{ m}^3$ por evaporação, além da perda de um volume de $0,21 \times 10^9 \text{ m}^3$ associado à evapotranspiração nas áreas de manguezal. O balanço final resulta em uma descarga média anual de aproximadamente $41 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Este valor é desigualmente distribuído ao longo do ano, de acordo com a sazonalidade das chuvas na região, sendo provável que nos meses úmidos ocorram vazões médias mensais próximas a $80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (CIRANO; LESSA, 2007, p. 363). Estes dados indicam uma possível redução observada nas áreas de apicuns que não se encontram sob influência antrópica. Em seus estudos na costa e no delta Sine-Saloum (Senegal), Ackermann et al. (2006, p. 1) também constataram que a cobertura de manguezais não evoluiu de maneira homogênea no espaço. Porém, ao contrário do ocorrido na BTS, foi verificada uma diminuição da cobertura vegetal dos manguezais e o aumento de apicuns entre 1972 e 1986, um período de grande déficit de precipitação.

A Figura 8A mostra a pluviosidade e a evaporação médias anuais e as respectivas diferenças, considerando os dados pluviométricos da estação Salvador (A401).

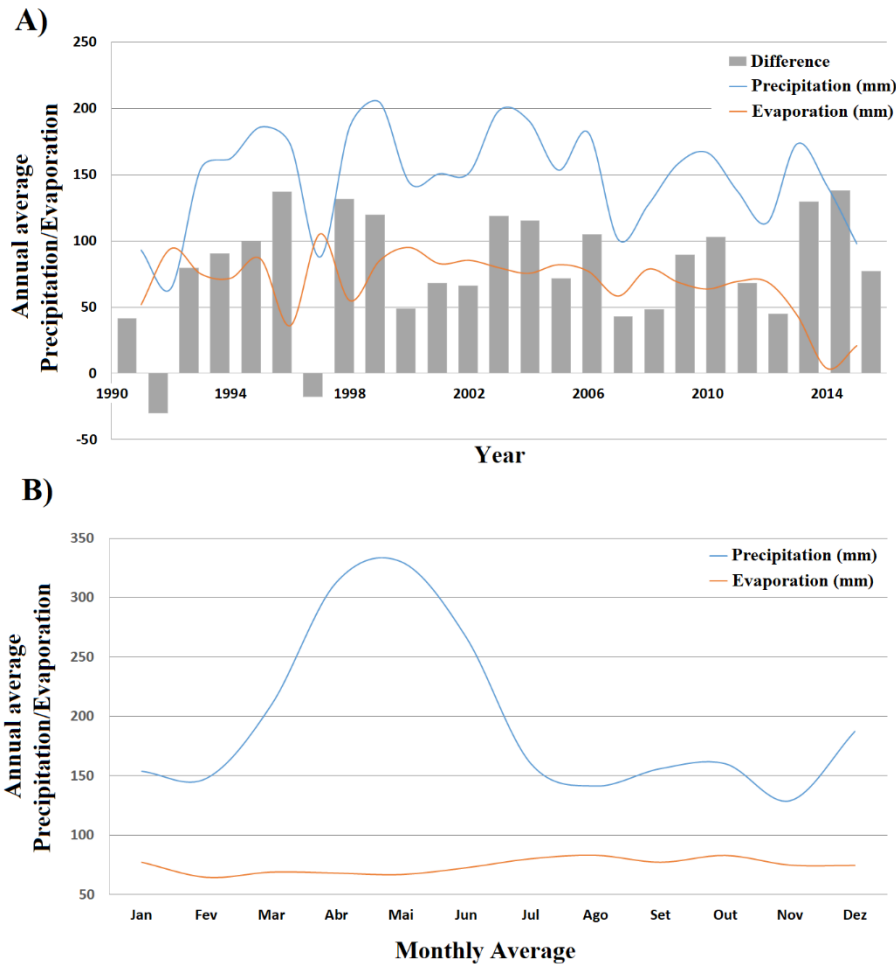


Figura 8 – A) Médias anuais de precipitação (linha azul, em mm) e evaporação (linha laranja, em mm) estimadas a partir da estação meteorológica automática de Salvador (Código A401), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o período de 1990 a 2015. B) Precipitação acumulada mensal do município de Salvador nos últimos 30 anos, segundo dados do INMET.

Apesar de uma tendência de aumento da pluviosidade local, períodos menos intensos e, conseqüente maior evaporação, ocorrem em intervalos não regulares de 2 a 5 anos. Entretanto, a evaporação, com raras exceções, se mantém inferior à precipitação, considerando as médias de 1990 a 2015 (Fig. 8B), período em que foi possível obter os dados contínuos. A Figura 8B evidencia que o município de Salvador apresenta elevada pluviosidade anual, tendo seu período chuvoso principal no quadrimestre de março a junho. Os índices pluviométricos anuais podem chegar a 2.200 mm em anos de EL Niño Oscilação Sul (ENOS), ou grandes variações na posição da zona de convergência intertropical (BARRETO et al., 2008, p. 2008). Os valores de evaporação encontram-se dentro da média de ambientes tropicais, com uma baixa variabilidade anual (50-100 mm) e uma leve tendência de crescimento nos meses de agosto a fevereiro.

A diferença entre os dados de precipitação e de evaporação indica períodos de maior precipitação que podem reduzir a salinidade dos apicuns na BTS, induzindo o avanço da vegetação de manguezal sobre os apicuns, apesar de variações interanuais de precipitação. Portanto, mesmo que seja analisada uma imagem recente em um período de menor pluviosidade, se comparada à outra imagem antiga, espera-se encontrar uma área média atual inferior. O restrito banco de dados de imagem/fotografias aéreas não possibilitou uma análise mais detalhada da variação espacial sazonal dos apicuns, mas concorda com os dados temporais de pluviosidade que indicam uma tendência ambiental de indução da redução geral de sua área.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os apicuns são, por definição, ambientes associados a manguezais, hipersalinos, encontrados em regiões intertropicais em todo o mundo e, no Nordeste brasileiro, ocorrem nos diversos estados (MOTA; SOUZA, 2017; SILVA et al., 2020; SHAEFFER-NOVELLI, 2018).

O estudo realizado mostrou que na Baía de Todos os Santos, diferentes locais apresentam comportamentos espaciais evolutivos diferenciados dos apicuns. A influência antrópica é visível em alguns locais, com áreas de aterros ou de carcinicultura, e mais evidente em áreas de maior crescimento urbano e industrial, como ocorre no município de Madre de Deus, dado o desenvolvimento da indústria petrolífera. A influência antrópica também pode favorecer a ampliação das áreas de apicuns, como no caso de abandono de áreas de salinas. Estas áreas, entretanto, provavelmente já eram apicuns em tempos anteriores à instalação de salinas, especificamente em Saubara.

Na BTS, além de influências antrópicas, constata-se uma redução geral dos apicuns associados ao avanço de manguezais sobre os apicuns. Considerando que não há ocorrência de estudos e registros de aumento do nível médio do mar na região, esse avanço pode ocorrer tanto devido a um aumento de precipitação, quanto devido à influência de marés meteorológicas, pois ambas podem provocar a diminuição na salinidade dos apicuns e permitir a instalação dos manguezais.

O monitoramento dos apicuns é de fundamental importância para a preservação de manguezais, pois, conforme apontam Borges et al. (2017), a não identificação e mapeamento dos apicuns no Brasil propicia a identificação arbitrária dessas áreas durante as ações de planejamento e gestão em médias e grandes escalas,

movendo-se na direção oposta do que é necessário para salvaguardar a biodiversidade e os serviços fornecidos pelo ecossistema manguezal.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia – CONDER, pela cessão de fotografias aéreas.

V. REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, G.; ALEXANDRE, F.; ANDRIEU, J.; MERING, C.; OLLIVIER, C. Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur la petite cote et dans de delta du Sine-Saloum (Sénégal). *Vertigo*, v. 7, n. 2, p.1-18, 2006.
- ADAM, P. Saltmarshes in a time of change. *Environmental Conservation*, v. 29, n. 1, p.39-61, 2002.
- ALBUQUERQUE, A. G. B. M., FERREIRA, T. O., CABRAL, R. L.; NÓBREGA, G. N., ROMERO, R. E., MEIRELES, A. J. A., OTERO, X. L. Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. *Environ. Rev.*, v. 22, p. 99-109, 2014. DOI: 10.1139/er-2013-0026.
- ALBUQUERQUE, A. G. B. M., FERREIRA, T. O., NÓBREGA, G. N., ROMERO, R. E., SOUZA JÚNIOR, V. S., MEIRELES, A. J. A., OTERO, X. L. Soil genesis on hypersaline tidal flats (apicum ecosystem) in a tropical semi-arid estuary (Ceará, Brazil). *Soil Research*, v. 52, n.), p. 140-154, 2014. DOI:10.1071/sr13179.
- ARAÚJO COSTA, J. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. *EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas*, v. 3, n. 1, p. 73, 2012.
- ARAÚJO, E. D. S.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, T. S.; SANTANA, N. M. G.; FREIRE, M. B. G. F.. Apicum do estuário de Barra de Gramame-PB: Análises físicas e químicas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12. p. 112-123, 2019.
- ARIEF, M. C. W.; ITAYA, A. A brief description of recovery process of coastal vegetaiton after tsunami: a Google Earth time-series remote sensing data. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, v. 23, n. 2, p. 81-89, 2017.
- ARMITAGE, A.R.; HIGHFIELD, W.E.; BRODY, S.D.; LOUCHOUARN, P.. The Contribution of Mangrove expansion to salt marshes loss on the Texas Gulf Coast. *PLoS ONE*, v. 10, n. 5, p. e0125404, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0125404.
- AUBREY, D. G.; EMERY, K. O.; UCHUPI, E. Changing coastal levels of South America and the Caribbean region from tide-gauge records. *Tectonophysics*, v. 154, p. 269-284, 1988.
- BARRETO, A. B.; SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M. F.; SANTOS, A. H. M. Uma investigação sobre eventos de chuva intensa na cidade de Salvador, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., p. 2008. Anais..., São Paulo, 2008.
- 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, p. 631-639, 2011.

- BORGES, R.; FERREIRA, A. C.; LACERDA, L. D. Systematic planning and ecosystem-based management as strategies to reconcile mangrove conservation with resource use. *Frontiers in Marine Science*, v. 4, p. 00353, 2017.
- BOURGEOIS, C.; ALFARO, A. C.; LEOPOLD, A.; ANDRÉOLI, R.; BISSON, E.; DESNUES, A.; DUPREY, J. L.; MARCHAND, C. Sedimentary and elemental dynamics as a function of the elevation profile in a semi-arid mangrove toposequence. *Catena*, v. 173, p. 289-301, 2019. doi.org/10.1016/j.catena.2018.10.025.
- CHURCH, J. A.; GREGORY, J. M.; WHITE, N. J.; PLATTEN, S. M.; MITROVICA, J. X.. Understanding and projecting sea level change. *Oceanography*, v. 24, p. 130-143, 2011.
- CIRANO M.; LESSA G. C.. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Brazilian Journal of Geophysics*, v. 25, n. 4, p. 363-387, 2007.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.. Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. (Belo Horizonte, 2003). Anais... São José dos Campos: INPE, p. 1541-1548, 2003.
- DALE, P.; KNIGHT, J.; BREITFUSS, M.; RADKE, L; ROGERS, K. Saltmarsh and saltflat areas. *OzCoast – Information about Australia’s estuaries and coasts*. 2007. Disponível em: http://www.ozcoasts.org.au/indicators/changes_saltmarsh_area.jsp. Acesso em: 05 mar. 2019.
- DUKE, N. *Australia’s mangroves: the authoritative guide to australia’s mangrove plants*. Brisbane: University of Queensland, 2006. 200 p.
- EMBRAPA. A integração Google Earth-SIG- servidor de mapas e o monitoramento ambiental, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/953711/1/circ183.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- FONSECA, S. F.; SILVA, A. C.; SENNA, J. A. Técnicas de geoprocessamento aplicadas na identificação de usos da terra no entorno das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. *RA'EGA*, v.43, p. 124-139, 2018.
- HADLICH, G. M.; GARCIA, K. S.; ANDRADE, C. L. N.; UCHA, J. M. Estrutura da vegetação na transição apicum – manguezal e indicações de alterações ambientais. *Cadernos de Geociências*, v. 12, n. 1-2, p. 69-76, 2015.
- HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, p. 13-20, 2009.
- HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; CELINO, J. J. Apicuns na Baía de Todos os Santos, Bahia: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: QUEIROZ, A. F. de S.; CELINO, J. J. (Org.). *Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos*. 1ed. Salvador: Universidade Federal da Bahia, v. 1, p. 59-72, 2008.
- HARTY, C. Planning strategies for mangrove and saltmarsh changes in Southeast Australia. *Coastal Management*, v.32, p. 405-415, 2004.
- HSU, L. C.; LEE, C. T.. The Current Extent and Historical Expansion of Mangroves in the Kuantu Nature Reserve, North Taiwan. *Journal of Coastal Research*, v. 34, n. 2, p. 360-372, 2018.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Balanço hídrico climático. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 15 dez. 2016.

- ISLAM, M. M.; HELENA, B.; LALIT, K. Monitoring mangrove forest landcover changes in the coastline of Bangladesh from 1976 to 2015. *Geocarto International*, v. 34:13, p. 1458-1476, 2019. DOI: 10.1080/10106049.2018.1489423.
- JESUS, R. S.; HADLICH, G. M. Análise multitemporal de apicuns em Madre de Deus e Saubara, Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, Natal, RN. Anais... São José dos Campos: MCT/INPE, 2009. v. 1. p. 5881-5886, 2009.
- KRAUSS, K. W.; MCKEE, K. L.; LOVELOCK, C. E.; CAHOON, D. R.; SAINTILAN, N.; REEF, R.; CHEN, L. How mangrove forests adjust to rising sea level. *New Phytologist*, v. 202, n. 1, 19-34, 2014.
- LARA, R.; SZLAFSZTEIN, C.; COHEN, M.; BERGER, U.; GLASER, M. Implications of mangrove dynamics for private land use in Bragança, North Brazil: a case study. *Journal of Coastal Conservation*, v. 8, p. 97-102, 2002. DOI: 10.1652/1400-0350(2002)008[0097:IOMDFP]2.0.CO;2
- LEÃO, A. R.; PRATES, A. P. L.; FUMI, M. Manguezal e as unidades de conservação. In: ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos manguezais do Brasil. Brasília: ICMBio, p. 57-73, 2018.
- LEBIGRE, J. M. Les marais à mangroves de Nouvelle Calédonie: un exemple de milieu 'naturel' lagonaire. Nouvelle Calédonie: Centre de Documentation Pédagogique, 2003. 42 p.
- LOPES, E. E.; NOGUEIRA, R. E. Proposta metodológica para validação de imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba, 2011. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 2308, 2011.
- LÓPEZ-MEDELLÍN, X.; EZCURRA, E.; GONZÁLEZ-ABRAHAM, C.; HAK, J.; SANTIAGO, L. S.; SICKMAN, J. O. Oceanographic anomalies and sea-level rise drive mangroves inland in the Pacific coast of Mexico. *Journal of Vegetation Science*, v. 22, p. 143-151, 2011.
- LOVELOCK, C. E.; ELLISON, J. C. Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the great barrier reef to climate change. In: JOHNSON, J.E., MARSHALL, P.A. (Eds.). *Climate change and the great barrier reef: a vulnerability assessment*. Australia: Great Barrier Reef Marine Park Authority and Australian Greenhouse Office, p. 237-269, 2007.
- LUCENA, D. B.; GOMES FILHO, M. F.; SERVAIN, J. Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 2, 297-312, 2011.
- MARIUS, C. *Mangroves du Senegal et de la Gambie: ecologie pédologie géochimie, mise en valeur et aménagement*. Paris: ORSTOM, 1985. 193 p. (Collection Travaux et Documents).
- MEIRELES, A. J. A. Análise dos impactos ambientais originados pelas atividades de carcinicultura na área de influência direta da comunidade indígena Tremembé Distrito de Almofala Itarema/CE. Fortaleza, Parecer Técnico, 2004. 38 p.
- MESQUITA, A. R. Sea-level variations along the Brazilian Coast: A short review. *Journal of Coastal Research*, v. 35, p. 21-31, 2003.
- MORETTIN, P. A.; TOLOY, C. M.; GAIT, N.; MESQUITA, A. R. Analysis of the relationships between some natural phenomena: Atmospheric precipitation, mean sea level and sunspots. *Revista Brasileira Meteorologia*, v. 8, n. 1, p. 11-21, 1993.
-

MOTA, L. S. O.; MELO E SOUZA, R. Análise geoecológica da paisagem costeira do município de Aracaju/Sergipe. RA'EGA, v. 42, p. 86-103, 2017.

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

OLIVEIRA, V. F.; SOARES, M. L. G.; PELLEGRINI, J. A. C.; SILVA JR., C. M. G.; CHAVES, F. O.; CORRÊA, F. M. Dinâmica de comunidade de *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* na interface manguezal/planície hipersalina (Guaratiba RJ). In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 5. Anais... São Paulo: ACIESP, v. 2, p. 255-261, 2000.

PAREDES-HERNÁNDEZ, C. U.; SALINAS-CASTILLO, W. E.; GUEVARA-CORTINA, F.; MARTÍNEZ-BECERRA, X. Horizontal Positional Accuracy of Google Earth's Imagery over rural areas: A Study Case In Tamaulipas, Mexico. 2013. Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, Curitiba, v. 19, n. 4, p. 588-601, 2013.

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. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PIRAZZOLI, P. A. Secular Trends of Relative Sea-Level (RSL) Changes Indicated by Tide-Gauge Records. Journal of Coastal Research, Special Issue, p. 1-26, 1986.

ROGERS, K.; SAINTILAN, N.; H. HEIKNIS. Mangroves encroachment of salt marsh in Western Port Bay, Victoria: the role of sedimentation, subsidence, and sea-level rise. Estuaries and Coasts, v. 28, n. 4, p. 551-559, 2005.

SAINTILAN, N.; WILLIAMS, R. J. Mangrove transgression into a saltmarsh environment in South-east Australia. Global ecology and biogeography, v.8, p. 117-124. ,1999.

SAINTILAN, N.; WILSON, N.; ROGERS, K.; RAJKARAN, A.; KRAUSS, K. W. Mangrove expansion and salt marsh decline at mangrove poleward limits. Global Change Biology, v. 20, n. 1, p. 147-157, 2014.

Schaeffer-Novelli, Y. Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum. São Paulo: Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio, 1999. 119 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; SORIANO-SIERRA, E. J.; VALE, C. C.; BERNINI, E.; ROVAI, A. S.; PINHEIRO, M. A. A.; SCHMIDT, A. J.; ALMEIDA, R.; COELHO JUNIOR, C.; MENGHINI, R. P.; MARTINEZ, D. I.; ABUCHAHLA, G. M. O.; CUNHA-LIGNON, M.; CHARLIER-SARUBO, S.; SHIRAZAWA-FREITAS, J.; CINTRON-MOLERO, G. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. Brazilian Journal of Oceanography, v. 64, Special Issue 2, p. 37-52, 2016. DOI: 10.1590/S1679-875920160919064sp2

SCHMIDT, A. J.; BEMVENUTI, C. E.; DIELE, K.. Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763). Bol. Técn. Cint. CEPENE, v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos manguezais do Brasil. Brasília: ICMBio, p. 23-35, 2018.

SILVA, E. V.; RABELO, F. D. B.; CESTARO, L. A. Biogeography and ecology of the mangroves ecosystem from the semi-arid coast of the Northeast Brazil. RA'EGA, v. 49, n. 4, p.22-41, 2020.

- SNEDAKER, S. C. Mangroves and climate change in the Florida and Caribbean region: scenarios and hypotheses. *Hydrobiologia*, v. 295, p. 43-49, 1995.
- SOARES M. L. G.; CHAVES F. O.; ESTRADA G. C. D.; FERNANDEZ, V. Mangrove forests associated with salt flats: a case study from southeast Brasil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 65, n. 2, p. 102-115, 2017. DOI:10.1590/S1679-87592017 083006502
- STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S. K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX AND P.M. MIDGLEY (Eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- THOMPSON, R. O. R. Y. Low-pass filters to suppress inertial and tidal frequencies. *American Meteorological Society*, Boston, MA, U.S.A. *Journal of Physical Oceanography*, v. 13, n. 6, p. 1077-1083, 1983.
- TURRA, A.; DENADAI, M. R. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015. 258 p. ISBN 978-85-98729-25-1.
- UCHA, J. M.; SANTANA, P. S.; GOMES, A. S. R.; BARRETO, E. N.; VILAS-BOAS, G. 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, n. 2, p. 26-27, 2004.
- WARD, R. D.; FRIESS, D. A.; DAY, R H; MACKENZIE R. A. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, v. 2, n. 4, p. e01211, 2016. DOI: 10.1002/ehs2.1211.
-