



**Intervenções Antrópicas na Geomorfologia do Estuário do Rio Capibaribe e seus Reflexos na Sedimentação Recente**  
Anthropic Interventions in the Geomorphology of Capibaribe Estuary and its Reflex in Recent Sedimentation

Diego de Arruda Xavier<sup>1</sup>; Carlos Augusto França Schettini<sup>2</sup>;  
Rubens César Lopes Figueira<sup>3</sup>; Elvis Joacir França<sup>4</sup> & Roberto Lima Barcellos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará. Instituto de Medicina Veterinária. Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento. Rodovia BR 316, Km 61, 68740-970, Castanhal – PA, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Oceanografia. Laboratório de Oceanografia Geológica. Av. Prof. Moraes Rego, 1235, 50740-901, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo. Instituto de Oceanografia. Praça do Oceanográfico, 191, 05508-120, São Paulo–SP, Brasil

<sup>4</sup>Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste, Departamento de Análises Ambientais.

Av. Prof. Luiz Freire, 200, 50740-545, Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil

E-mails: diego.a.xavier@gmail.com; guto.schettini@gmail.com; rfigueira@usp.br; ejfranca@gmail.com; rlbufpe@gmail.com

Recebido em: 24/09/2018 Aprovado em: 23/10/2018

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_492\\_502](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_492_502)

## Resumo

O artigo tem como objetivo analisar como a intervenção antrópica na geomorfologia do estuário do rio Capibaribe, com a evolução da cidade do Recife, causou possíveis modificações no padrão de sedimentação recente no baixo e médio estuário do rio Capibaribe-PE. Foram realizados levantamentos de mapas históricos da cidade do Recife junto ao Museu Nacional do Rio de Janeiro, Museu da Prefeitura do Recife, CONDEPE/FIDEM e imagens de satélite do Google Earth. Para identificar as possíveis mudanças no padrão sedimentar foram amostrados dois testemunhos localizados nas regiões do baixo (T2) e médio estuário (T5), no qual, foram submetidas à determinação da taxa de sedimentação pelo método do <sup>210</sup>Pb e análises sedimentológicas. O testemunho T2 (158 cm) registrou taxa de sedimentação de 0,45 cm.ano<sup>-1</sup> e três fácies sedimentares com características diferentes. A Unidade 1 (anterior a 1812 a 1856) indicou eventos ocorridos antes da primeira grande intervenção antrópica para o baixo estuário. A Unidade 2 (1856-1972) registrou o início das obras de ampliação do Porto do Recife, com incrementos nas porcentagens da fração areia e decréscimos nas porcentagens de lama. Por fim, a Unidade 3 (1972-2012) apresentou a influência antrópica no estuário, com alta sedimentação da fração fina do sedimento. O testemunho do médio estuário (178 cm) registrou taxa de sedimentação de 0,52 cm.ano<sup>-1</sup> e quatro unidades com características sedimentares diferentes. A Unidade 1 (anterior a 1812) apresentou características de manguezal. A Unidade 2 (1812-1937) apresentou um leve incremento nas porcentagens de areia, possivelmente associada aos processos de expansão urbana e da monocultura da cana de açúcar. A Unidade 3 (1937-2004) apresentou as maiores porcentagens de areia, reflexo da intensificação dos processos de expansão urbana da cidade. A Unidade 4 (2004-2012) apresentou incrementos na sedimentação de finos, provavelmente consequência dos projetos de reflorestamento de manguezais no estuário realizado pela Prefeitura do Recife. A intervenção antrópica no estuário do rio Capibaribe foi o principal fator que influenciou no registro de diferentes unidades sedimentares no sistema estuarino.

**Palavras-chaves:** estuário do rio Capibaribe; granulometria; intervenção antrópica

## Abstract

The paper aims to analyze how the anthropic intervention in geomorphology Capibaribe estuary, with evolution of the city of Recife, caused possible modifications in recent sedimentation pattern in lower and middle of the Capibaribe estuary -PE. Historical map surveys of the Recife city were carried out together with the National Museum of Rio de Janeiro, Museum of the Recife City Hall, CONDEPE / FIDEM and satellite images of Google Earth. To identify the possible changes in the sedimentary pattern, two cores were sampled in the lower (T2) and middle estuary (T5) regions, in which the sedimentation rate was determined by the <sup>210</sup>Pb method and sedimentological analyzes. The T2 core (158 cm) recorded a sedimentation rate of 0.45 cm.year<sup>-1</sup> and three sedimentary facies with different characteristics. Unit 1 (before to 1812 to 1856) indicated events occurring before the first major anthropogenic intervention for the lower estuary. Unit 2 (1856-1972) registered the beginning of the expansion works of the Recife's Port, with increases in the percentages of the sand fraction and decreases in the mud percentages. Finally, Unit 3 (1972-2012) presented the anthropic influence in the estuary, with high sedimentation of the fine fraction of the sediment. The medium estuary (178 cm) recorded a sedimentation rate of 0.52 cm.-1 and four units with different sedimentary characteristics. Unit 1 (previous to 1812) presented characteristics of mangrove environment. Unit 2 (1812-1937) presented a slight increase in sand percentages, possibly associated to the processes of urban expansion and monoculture of sugarcane. Unit 3 (1937-2004) presented the highest percentage of sand, reflecting the intensification of the city's urban expansion processes. Unit 4 (2004-2012) presented increases in finer sedimentation, probably a consequence of mangrove reforestation projects in the estuary conducted by the Recife City Hall. Anthropogenic intervention in the Capibaribe estuary was the main factor influencing the recording of different sedimentary units in the estuarine system.

**Keywords:** Capibaribe estuary; grain size; anthropic intervention

## 1 Introdução

O crescimento exponencial da população mundial vem deteriorando a qualidade ambiental em sistemas costeiros (Zourarah *et al.*, 2007). A zona costeira é uma das áreas de maior estresse ambiental, devido à excessiva exploração de seus recursos naturais e o uso desordenado do solo. Esta zona é um setor estratégico e prioritário a uma diversidade de atividades humanas, suportando grandes modificações e deteriorações como aterros, dragagens, poluição causadas pelas indústrias, ocupação urbana e agricultura (Gruber *et al.*, 2003). Além destes, os efeitos antrópicos podem também modificar a morfologia e os parâmetros ambientais e ecológicos (Traini *et al.*, 2015).

O processo de colonização do litoral brasileiro teve início em 1532, com o começo da fase de produção da cana-de-açúcar que foi instalada em terras mais apropriadas para o cultivo, principalmente nas províncias da Bahia e Pernambuco (Pontual, 2001). A cidade do Recife foi fundada em 1537 e seu processo de colonização foi intensificado com a chegada dos holandeses (1630 – 1654), que contribuíram no melhoramento urbano no entorno do porto e adjacências (Pontual, 2001). O estuário do rio Capibaribe experimentou as primeiras modificações morfológicas durante os séculos XVII e XIX, com as obras de melhoramentos portuários e urbanos, construção de diques, atividades de dragagem do canal do rio e aterramento de áreas alagáveis (Pontual, 2001; Vasconcelos & Sá, 2011).

As modificações antrópicas na morfologia do estuário do rio Capibaribe estão ligadas diretamente com os efeitos da expansão urbana da cidade do Recife. Em meados do século XIX, Recife se tornou uma cidade de grande atrativo pelo seu desenvolvimento social e financeiro (Pontual, 2001). Devido esse atrativo, o inchaço populacional promoveu vários problemas de uso e ocupação do solo, incrementando o número de palafitas nas margens e em áreas de manguezais que estão localizados no entorno da cidade do Recife, principalmente no estuário do rio Capibaribe (Freyre, 2004). A ocupação desordenada da cidade implica na interferência no comportamento dos parâmetros químicos (aumento na concentração de nutrientes), biológicos (eutrofização), geológicos (mudanças na sedimentação) e principalmente morfológicos (modificação da linha de costa). Com essa premissa,

este trabalho tem como objetivo analisar por meio de comparativos de mapas históricos e recentes da área, taxas de sedimentação e análises sedimentológicas como a intervenção antrópica na geomorfologia do estuário do rio Capibaribe, com a evolução da cidade do Recife, causou possíveis modificações no padrão de sedimentação recente nas zonas do baixo e médio estuário.

## 2 Caracterização da Área de Estudo

O estuário do rio Capibaribe está localizado na região nordeste do Brasil, na cidade do Recife, inserido em uma área urbana formada pela confluência entre os rios Capibaribe, Tejipió/Jiquá, Jordão, Pina e Beberibe. O rio Capibaribe apresenta 250 km de extensão da nascente, na serra da Jacarará, até a desembocadura passando por 43 cidades, com a bacia hidrográfica com aproximadamente 7.600 km<sup>2</sup> de área de drenagem (Oliveira *et al.*, 2014). O rio Capibaribe está situado sobre o embasamento cristalino, com ocorrência de unidades sedimentares do Terciário (Formação Barreiras) e o Quaternário (Depósitos sedimentares marinhos, estuarinos, fluviais e os manguezais) restritas ao seu baixo curso. Quanto ao clima, a região estuarina é classificada como tropical quente e úmido (As'), com períodos de maior pluviosidade entre março a agosto e de estiagem entre setembro a fevereiro, com média pluviométrica de 2.200 mm.ano<sup>-1</sup> e temperatura média anual de 25,2 °C (INMET, 2015).

A Região Metropolitana do Recife (RMR) é uma das três maiores aglomerações urbanas da região nordeste, com população de aproximadamente 3,7 milhões de habitantes, apresentando uma densidade demográfica de aproximadamente 7.000 habitantes/km<sup>2</sup> localizada, principalmente, ao redor do estuário do rio Capibaribe (IBGE 2010). Apesar da intensa urbanização, o rio Capibaribe registra pequenos e degradados manguezais nas áreas marginais e um bosque mais denso no baixo estuário denominado Parque dos Manguezais, essas áreas são compostas por espécies *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana* (Oliveira *et al.*, 2014) (Figura 1).

## 3 Material e Métodos

Para a elaboração deste trabalho foram realizados levantamentos de mapas históricos da

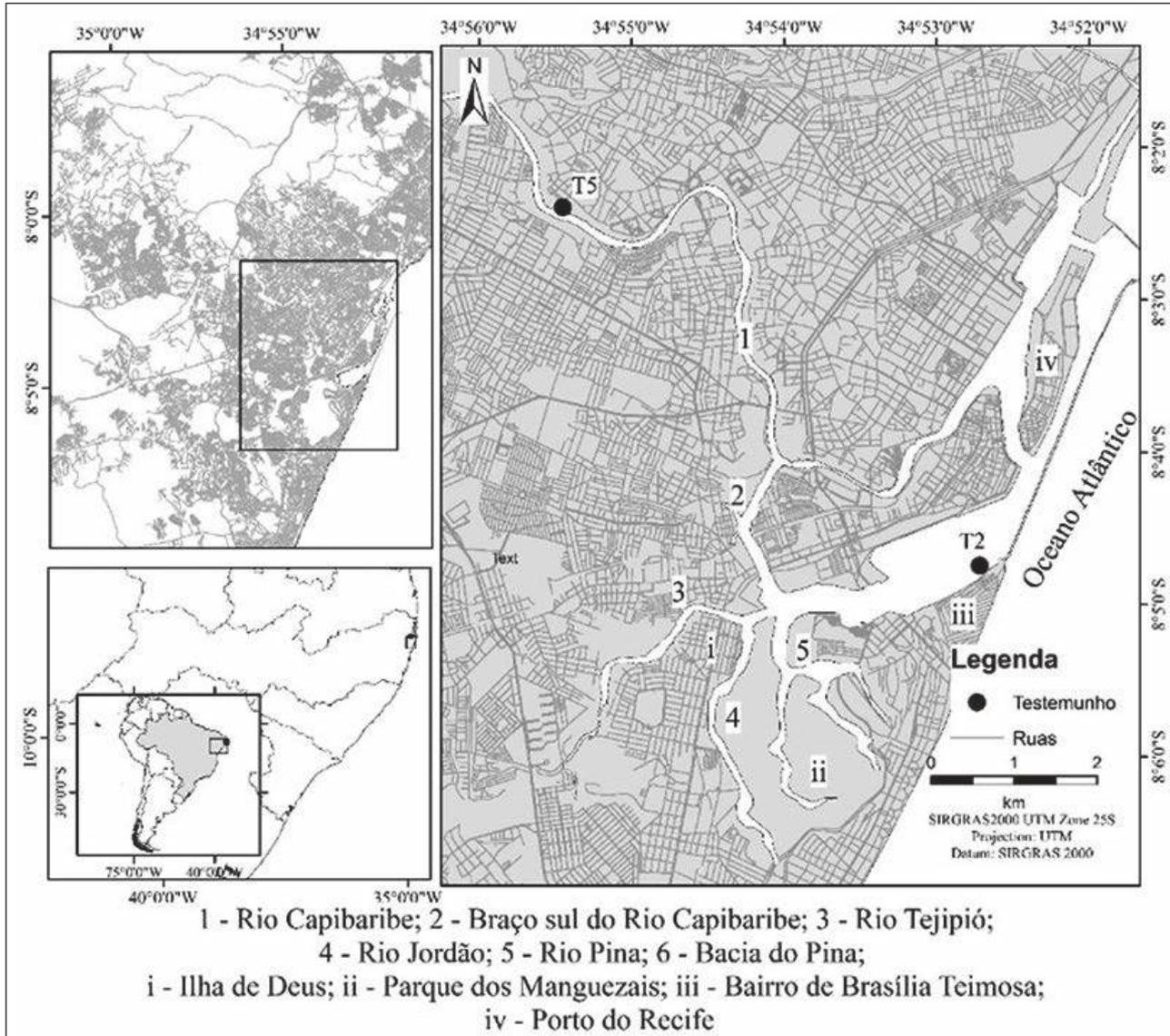


Figura 1 Mapa de localização do estuário do rio Capibaribe e os testemunhos coletados nas regiões do baixo (T2) e médio (T5) estuário.

cidade do Recife junto ao Museu Nacional do Rio de Janeiro, Museu da Prefeitura do Recife, CONDEPE/FIDEM e imagens de satélite do Google Earth. Estas imagens serviram de base para o reconhecimento das modificações antrópicas ocorridas na área de estudo.

Para auxiliar na identificação de possíveis mudanças no padrão de sedimentação por meio das intervenções geomorfológicas de origem antrópica no estuário foram amostrados dois testemunhos localizados nas regiões do baixo (T2) e médio estuário (T5) (Figura 1), estas amostragens foram realizadas em novembro de 2012. Após recuperados, os testemunhos

foram abertos longitudinalmente e sub-amostrados em intervalos de 2 cm. As amostras presentes nesses intervalos foram submetidas à determinação da taxa de sedimentação pelo decaimento do  $^{210}\text{Pb}$ . Método de datação usado para depósitos de sedimentos recentes, adotando o limite de detecção do método de 200 anos (Figueira *et al.*, 1998; Saito *et al.*, 2001) e análises sedimentológicas com auxílio de um granulômetro por difração a laser Malver Mastersizer 2000. Após a obtenção dos dados granulométricos, foram realizadas as análises estatísticas de Folk & Ward (1957) e Shepard (1954) no software Sysgran 3.0 (Camargo, 2006).

## 4 Resultados

Dezesseis mapas históricos foram obtidos, dos quais foram utilizados 3 de melhor representatividade, 1 fotografia aérea e 1 imagem de satélite da cidade do Recife. Esse material foi utilizado como base para identificação das modificações geomorfológicas de ocorridas no estuário do rio Capibaribe, como aterramento de áreas inundáveis, modificação da linha de costa, as melhorias na área portuária da cidade entre outros.

Para os testemunhos, os valores das taxas de sedimentação foram de 0,45 cm.ano<sup>-1</sup> e 0,52 cm.ano<sup>-1</sup> para o baixo e médio estuário, respectivamente. Quanto aos dados granulométricos, os testemunhos do baixo e médio estuário apresentaram 3 e 4 unidades com características sedimentares diferentes, respectivamente (Tabela 1)

Para o testemunho do baixo estuário, a Unidade 1 apresentou uma grande porcentagem de deposição de finos, com porcentagens de silte e argila variando de 5,9 a 44,6% e de 1,1 a 13,3%, respectivamente. O diâmetro médio nesta unidade variou de areia fina a silte médio, com predomínio de areia muito fina. A Unidade 2 apresentou acréscimo nas porcentagens de areia no sistema estuarino, com valores de areia variando de 21,0 a 99,9% e diâmetro médio variando de areia grossa a areia fina, com predomínio de areia média. Por fim a Unidade 3 registrou o retorno da disposição de sedimentos finos com valores de porcentagens para silte e argila variando de 7,4 a 62,2 e 0,8 a 8,9%, respectivamente. A fração areia apresentou um pequeno decaimento nos valores de porcentagens, quando comparados à Unidade 2, variando de 28,9 a 91,8%. O diâmetro médio nesta unidade variou de areia fina a silte médio, com predomínio de areia muito fina.

A Unidade 1 do testemunho localizado no médio estuário apresentou alta sedimentação de finos, com porcentagem de silte e argila variando de 11,6 a 70,2% e 1,6 a 21,8%, respectivamente. O diâmetro nesta unidade variou de areia fina a silte fino, com predomínio de silte grosso. A Unidade 2 apresentou um ligeiro acréscimo nas porcentagens de areia, quando comparados a Unidade 1, variando de 19,6 a 88,9% e as porcentagens de silte e argila variaram de 9,2 a 64,4% e 1,8 a 16,3%, respectivamente. O diâmetro médio variou de areia fina a silte médio, com predomínio de areia muito fina. A Unidade 3 apresentou a camada com a característica mais arenosa, com as porcentagens de areia variando de 71,6 a 99,1%, silte de 0,2 a 41,3% e argila de 0,0 a 6,8%, e diâmetro médio variando de areia média a silte grosso com predomínio de areia fina. Por fim a Unidade 4 do médio estuário também registrou o retorno da deposição de sedimentos finos, com as porcentagens de silte e argila variando de 41,3 a 49,6% e 6,2 a 6,8%, respectivamente. As porcentagens de areia variaram de 44,3 a 52,0% e o diâmetro médio foi classificado como silte grosso (Figura 2).

## 5 Discussão

Os processos de expansão urbana vêm influenciando na modificação nos padrões geomorfológicos fluviais e estuarinos da cidade do Recife. Desde o início do processo de colonização da província de Pernambuco, o estuário do rio Capibaribe vem experimentando diversas pressões antrópicas, especialmente nas modificações geomorfológicas do estuário. Obras de aterramentos foram realizadas para a ampliação dos bairros presentes ao redor da área portuária principalmente durante o período de permanência dos holandeses na cidade (1630-1654).

Unidades	Baixo Estuário			Médio Estuário			
	1	2	3	1	2	3	4
Idade	<1812-1856	1856-1972	1972-2012	<1812	1812-1937	1937-2004	2004-2012
Areia*	63,3±11,1	95,2±2,6	70,3±11,0	43,6±15,6	61,6±10,4	86,5±6,8	48,1±3,8
Silte*	32,2±10,1	4,4±2,2	26,1±9,7	47,0±12,5	31,7±8,4	11,4±5,8	45,4±4,2
Argila*	4,6±1,0	0,4±0,4	3,7±1,5	9,4±3,7	6,8±2,4	2,1±1,0	6,5±0,3
DM	3,5±0,6	1,0±0,4	3,5±0,5	4,7±0,9	3,9±0,8	2,8±0,5	4,3±0,2

Tabela 1 Intervalo de datação, valores médios e desvio padrão dos parâmetros granulométricos das unidades identificadas para os dois testemunhos recuperados no estuário do rio Capibaribe. DM – Diâmetro médio.

\*valores em porcentagens

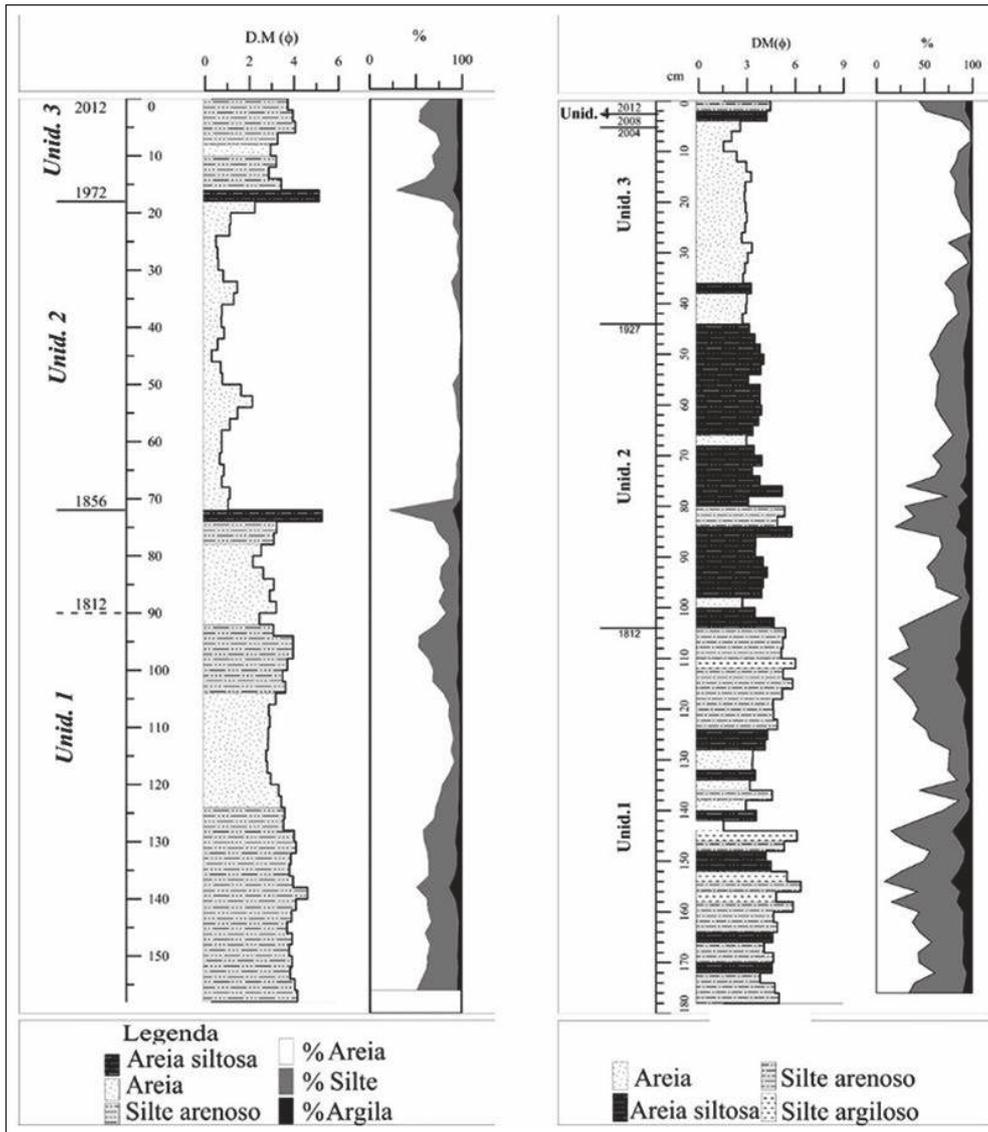


Figura 2 Caracterização vertical dos parâmetros diâmetro médio (DM) e porcentagens de areia, silte e argila para os dois testemunhos recuperados no médio e baixo estuário do rio Capibaribe. A esquerda com 3 unidades sedimentares é o testemunho do baixo estuário (T2) e o localizado a direita com 4 unidades sedimentares é o testemunho do médio estuário (T5).

Além dessas, foram realizadas também obras de melhoramento portuário por meio de atividades de dragagens (Pontual, 2001; Vasconcelos & Sá, 2011).

Entretanto, essas primeiras modificações geomorfológicas fluviais se restringiram basicamente no entorno da região portuária. Grande parte do sistema estuarino do rio Capibaribe apresentava-se em sua forma natural ou com poucas interferências antrópicas. Durante os séculos XVII e XVIII, o açúcar era a principal fonte econômica do Brasil e por esse motivo o interior da província de Pernambuco foi ocupado por diversos engenhos. Devido as modificações estarem restritas à área de entorno do porto, as Unidade

1 presentes nos dois testemunhos apresentaram características de um ambiente de manguezal pouco impactado, explicado pela característica de alta deposição de sedimentos lamosos (Barcellos *et al.*, 2017; Xavier *et al.*, 2016) (Figura 3).

A permanência dos holandeses na cidade do Recife durou 24 anos e nesse período a cidade experimentou modificações na geomorfologia por intervenção antrópica, no qual os principais contribuintes dessas modificações foram os processos de expansão urbana da cidade, como construção de pontes, abertura de estradas, aterramento de áreas inundáveis para a construção e expansão dos bairros

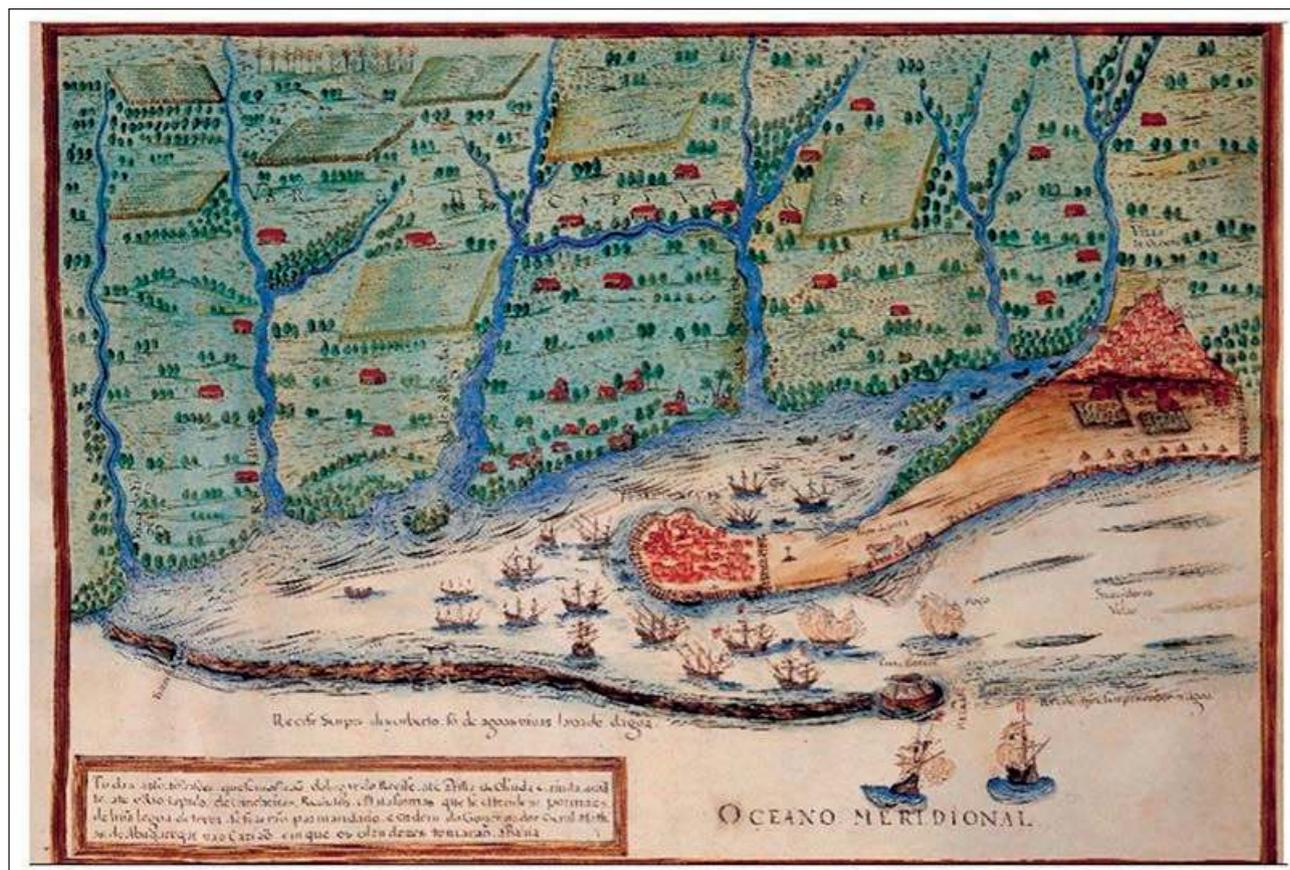


Figura 3 Mapa cartográfico da cidade do Recife em 1626. Fonte: Museu Nacional do Rio de Janeiro.

entre outros (Borborema *et al.*, 2011; Vasconcelos & Sá, 2011) (Figura 4).

As modificações geoambientais na cidade do Recife foram se intensificando durante os séculos XIX e XX. Em meados do século XIX, a Baía do Pina experimentou uma das grandes intervenções geomorfológicas com a construção do Dique do Nogueira em 1849, o que consequentemente, influenciou na alteração dos padrões sedimentológicos e hidrodinâmicos do sistema estuarino. O objetivo da construção do dique era dificultar o transporte de sedimentos arenosos para a área portuária e Baía do Pina (Pereira, 2008). Entretanto, a partir da instalação desse dique ocorreu o aumento na sedimentação de areia, este sendo observado na Unidade 2 do testemunho do baixo estuário (Figura 2). O incremento nas porcentagens de areia para esta região do estuário pode estar relacionado com a instalação do dique, o que provavelmente ocorreu foi um estreitamento da área de escoamento das águas superficiais da Baía do

Pina, e consequentemente, intensificou a intensidade hidrodinâmica local aumentando a deposição de sedimentos de maior densidade como o caso das areias (Schettini *et al.*, 2016; Xavier *et al.*, 2016).

Para o médio estuário, a unidade 2 indicou a intensificação da expansão urbana e da monocultura açucareira. Estes fatores foram os principais responsáveis pelas modificações do padrão sedimentar local, incrementando nas porcentagens de areia (Figura 2). O incremento nas porcentagens de areias pode estar relacionado principalmente pela intensificação do desmatamento da Mata Atlântica para a ampliação da monocultura canavieira, somadas às modificações das margens do rio para expansão urbana, que facilitaram a instalação dos processos erosivos, da lixiviação e do transporte de sedimentos, assoreando o canal estuarino do rio Capibaribe (Barcellos *et al.*, 2017; Barreiro, 2002; Pontual, 2001).

A partir de 1812 iniciou os processos de ocupação da área entorno do médio estuário do rio



Figura 4 Mapa cartográfico da cidade do Recife em 1771. Fonte: Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Capibaribe. Os engenhos presentes nesta região foram loteados para a construção de bairros, como a exemplo do bairro de Casa Forte, Poço da Panela e Parnamirim antes pertencente ao Engenho Casa Forte (Barreto, 1994; Borborema *et al.*, 2011; Pontual, 2001; Vasconcelos & Sá, 2011). Os reflexos das modificações ocorridas durante os séculos XIX e XX para o médio foram observadas na Unidade 3, somadas ainda com a intensificação dos processos urbanos como principalmente a ocupação desordenada das áreas marginais do rio Capibaribe. Esses fatores foram os principais responsáveis pelo assoreamento do canal do rio Capibaribe na porção do médio estuário, este fato está associado ao incremento na porcentagem de areia, apresentando as maiores porcentagens em comparação às outras unidades do testemunho (Figura 2).

Assim como para o médio estuário, a Unidade 2 do baixo estuário apresentou a maior porcentagem de areia em comparação a todas as unidades do testemunho (Figura 2). O baixo estuário experimentou

mais modificações antrópicas geomorfológicas ao longo do século XX, especialmente a partir de 1900 a 1910, com a grande obra de ampliação do Porto do Recife por meio da construção de uma barreira localizada na porção frontal do porto, obras de dragagens do canal portuário, ampliação da malha rodoviária da cidade e ocupação desorganizada ao redor do porto e do estuário do rio Capibaribe (Pontual, 2001; Vasconcelos & Sá, 2011) (Figura 5).

Durante o período de 1930 a 1934 diversas obras foram realizadas para o melhoramento do espaço urbano da cidade do Recife. Neste período a grande obra de destaque foi a construção do parque de combustíveis do porto, onde foram realizadas obras de dragagem de um banco de areia localizado na Bacia do Pina chamado coroa dos passarinhos e depositada na área triangular localizada na interseção entre o dique do Nogueira e o dique frontal do porto do Recife (Pereira, 2008) (Figura 6).

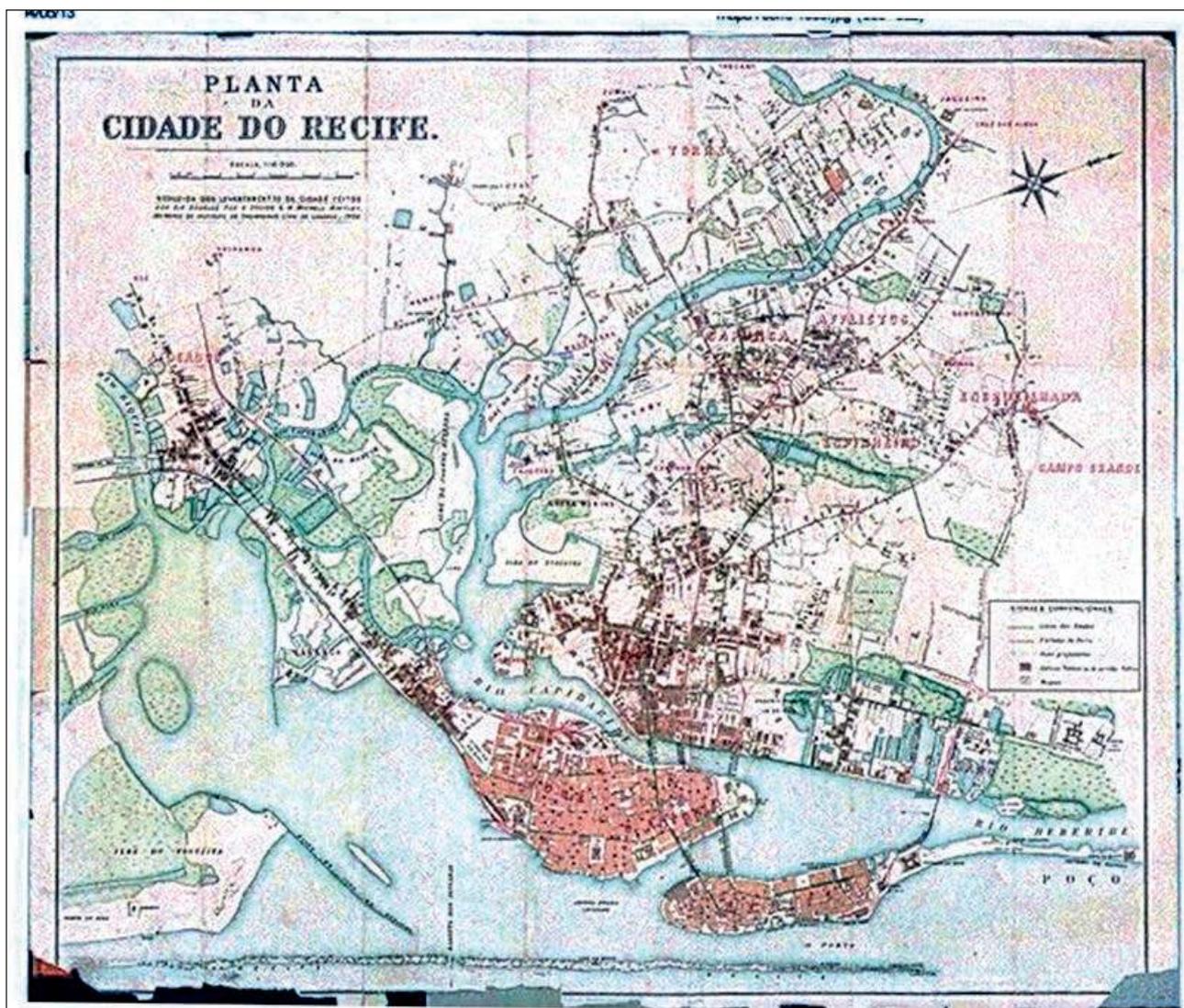


Figura 5 Mapa cartográfico da cidade do Recife em 1908. Fonte: Museu da Prefeitura do Recife.

Após essas modificações ocorridas nas primeiras décadas do século XX, o processo de expansão urbana da cidade foi se intensificando ao longo dos anos. A migração do povo sertanejo para o núcleo urbano aumentou a partir da década de 40. O longo período de seca perdurava no interior do estado e em busca de melhores condições humanas passaram a migrar para a capital do estado. Esse processo migratório agravou os problemas de ocupação desordenada do espaço, intensificando a ocupação principalmente nas áreas marginais do estuário do rio Capibaribe e os índices de pobreza. Com o inchaço populacional e o contínuo incremento nos números de imigrantes, os problemas urbanos começaram a se intensificar e a

procura de espaços livres na área urbana para instalação de novos habitantes começaram a ficar escassos.

Essa procura pelo espaço livre em áreas urbanas foi bastante evidente em 1950. Neste ano, a área destinada para a construção do parque de combustíveis do porto começou a experimentar eventos de invasão pela população. Esses episódios perduraram até meados da década de 60, terminando com a autorização para a ocupação desta área hoje chamada de bairro de Brasília Teimosa (Pereira, 2008) (Figura 7).

A ocupação do bairro de Brasília Teimosa ocorreu de forma desordenada e bastante marcado pela presença de palafitas, principalmente nas áreas mais próximas à Bacia do Pina. A presença desses tipos

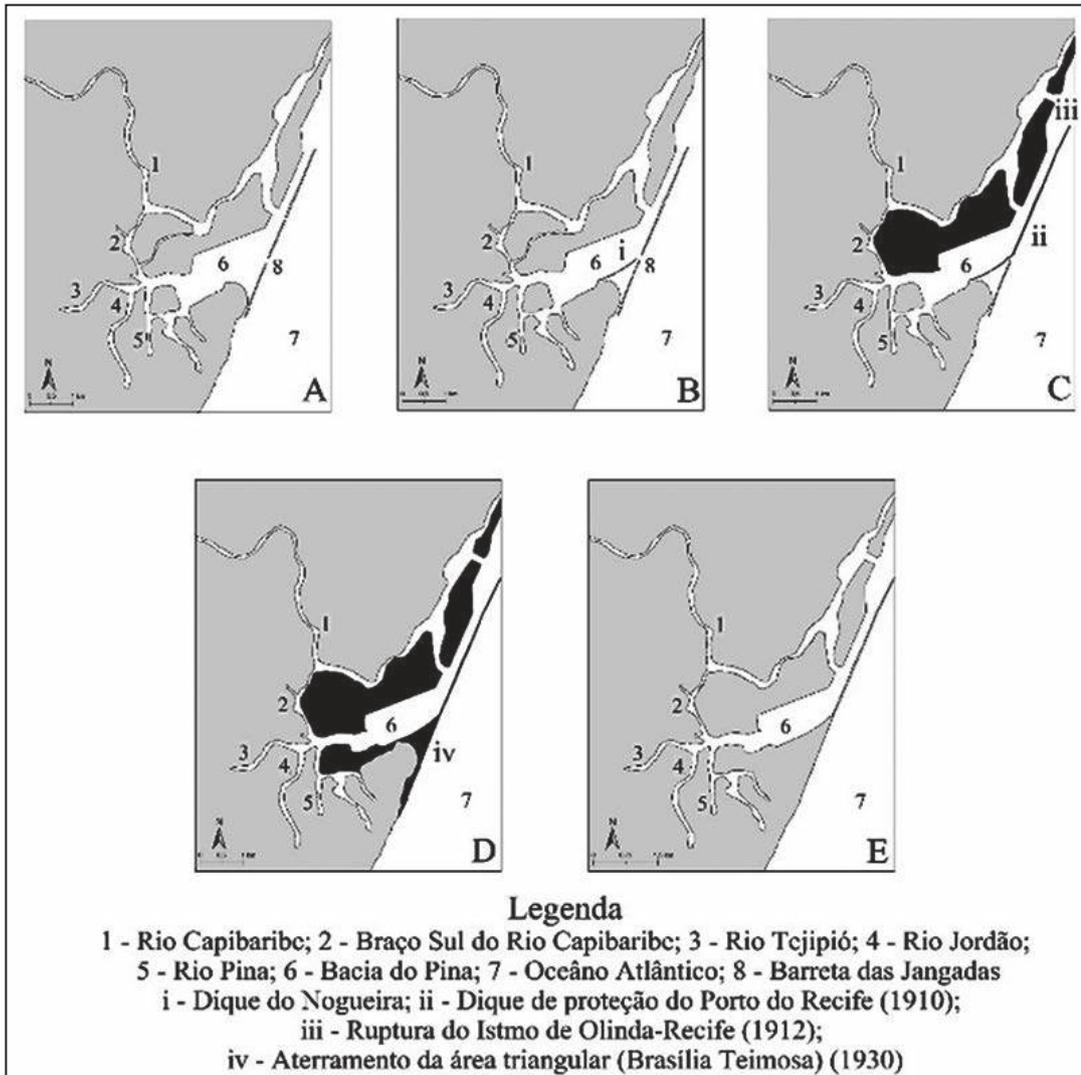


Figura 6 Esquema evolutivo das transformações geomorfológicas de origem antrópica ocorridas na cidade do Recife (em preto). (A) Possível configuração da linha de costa anterior a 1849; (B) Construção do Dique do Nogueira em 1849; (C) Modificações na área portuária do Recife; (D) Construção da área para implementação do Parque de Combustível do Porto do Recife (atualmente o bairro da Brasília Teimosa) e (E) Configuração atual da linha de costa (2012).

de construções possivelmente foram um dos principais responsáveis pelo acúmulo de lama na bacia, estas palafitas podem estar se comportando similar as raízes de *Rizophora*, atenuando a energia hidrodinâmica local e, conseqüentemente, aumentando a deposição de lama. Estes registros foram observados na Unidade 3 do testemunho do baixo estuário.

Um conjunto de fatores também pode ter contribuído no incremento das porcentagens de sedimentos lamosos. Dentre eles destacam-se os desmatamentos dos manguezais localizado às margens do estuário do rio Capibaribe, os aterramentos de áreas inundáveis, construção de tanques de piscicultura e carcinicultura em áreas marginais e as dragagens realizadas no canal do porto e na Bacia do Pina (Pereira, 2008; Xavier *et al.*, 2016).

Enquanto para o baixo estuário o incremento na deposição de sedimentos lamosos pode estar relacionado às interferências antrópicas ocorridas no local, no médio estuário o incremento de sedimentos lamosos, registrado na unidade 4 do testemunho T5, pode estar relacionado com o aumento da densidade da vegetação de mangue nas áreas marginais. No início dos anos 2000, a prefeitura do Recife aprovou um projeto de reflorestamento das áreas de mangue localizada em áreas marginais do rio Capibaribe. As raízes dos manguezais atuam como armadilhas de sedimentos, e conseqüentemente, incrementando na porcentagem de sedimentos lamosos (Barcellos *et al.*, 2017; Melo *et al.*, 2011; Santos, 2011; Schaeffer Novelli, 1999).



Figura 7 (A) Foto aérea da Baía do Pina em 1950 e (B) imagem de satélite do Google Earth de 2012. 1 – Braço Sul do rio Capibaribe; 2 – Rio Tejipió/Jiquiá; 3 – Rio Jordão; 4 – Ilha de Deus; 5 – Rio Pina; 6 – Brasília Teimosa; 7 - Baía do Pina.

## 6 Conclusões

Mudanças geomorfológicas sejam elas de origem natural ou antrópica causam impactos no sistema hidrodinâmico do estuário, no padrão de movimentação das correntes de maré, no balanço hidro-sedimentar, na ecologia do sistema estuarino, entre outros. O estuário do rio Capibaribe vem experimentando intervenções, principalmente, antrópicas na geomorfologia desde o século XVII, demonstrando a fragilidade desses ecossistemas.

A ocupação desordenada, o desmatamento dos manguezais e da mata atlântica, o aumento exponencial da população, dragagem e aterramento em diferentes pontos do sistema estuarino, e por fim o aumento do despejo de dejetos domésticos e industriais são fatores importantes que influenciaram diretamente no padrão sedimentar do estuário do rio Capibaribe, registrado mudanças no padrão de sedimentação de cada setor do estuário amostrado. Faz-se necessário intensificar os estudos do registro de modificações antrópicas em camadas sedimentares a fim de registrar com maior precisão o início do Antropoceno na região nordeste do país.

## Referências

- Barcellos, R.L.; Figueira, R.C.L.; França, E.J.; Schettini, C.A.F. & Xavier, D.A. 2017. Changes of Estuarine Sedimentation Patterns by Urban Expansion: The Case of Middle Capibaribe Estuary, Northeastern Brazil. *International Journal of Geoscience*, 8: 514–535.
- Barreiro, J.C. 2002. *Imaginário e Viajantes no Brasil no século XIX: Cultura e Cotidiano, Tradição e Resistência*. UNESP, São Paulo. 243 p.
- Barreto, Â.M. 1994. *O Recife através dos tempos: formação da paisagem*. FUNDARPE, Recife. 151 p.
- Borborema, A.C.B.A.; Andrade, H.J.L.F. & Sá, L.A.C.M. 2011. Da Cartografia dos antigos engenhos à cartografia holandesa e portuguesa, In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA, 1, Paraty, 2011. Trabalhos completos, Paraty, UFMG, p. 1–18.
- Camargo, M.G. DE. 2006. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, 36: 371–378.
- Figueira, R.; Silva, L.; Figueiredo, A. & Cunha, I. 1998. Goiana, Ten Years Later. Instrumental analysis by gamma spectrometry of low level Cs-17 in marine samples. *IAEA*, 7: 327–329.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. A study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3–26.
- Freyre, G. 2004. Nordeste: aspectos da influência da cana sobre

- a vida e a paisagem do Nordeste do Brasil, Editora Global, São Paulo. 254 p.
- Gruber, N.L.S.; Barboza, E.G. & Nicolodi, J.L. 2003. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. GRAVEL, 1: 81–89.
- IBGE, 2010. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro. Disponível em: Acesso em: < [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/tabelas\\_pdf/tab1.pdf](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/tabelas_pdf/tab1.pdf)> mar. 2013.
- Melo, J.G.S.; Oliveira, T.H.; Silva, C.A.V.; Torres, M.F.; Galvicio, J.D. & Silva, H.A. 2011. Análise espaço temporal do manguezal do baixo curso do rio Capibaribe, Recife-PE: uma contribuição para o gerenciamento ambiental. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENIORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba, 2011. Resumos expandidos, Curitiba, INPE, p. 6586–6593.
- Oliveira, T. de S. 2014. Processo Sedimentar Atual e Distribuição da Matéria Orgânica no Sistema Estuarino dos Rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina (Recife-PE). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 112p.
- Pereira, O. 2008. Histórias do Pina. Fundação de cultura da cidade do Recife - prefeitura do Recife, Recife. 54 p.
- Pontual, V. 2001. Tempos do Recife: representações culturais e configurações urbanas. Revista Brasileira de História, 21: 417–434.
- Saito, R.T.; Figueira, R.C.L.; Tessier, M.G. & Cunha, I.I.L. 2001. <sup>210</sup>Pb and <sup>137</sup>Cs geochronologies in the Canaieira-Iguape Estuary (São Paulo, Brasil). Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 249: 257–261.
- Santos, F.M.M. 2011. Uso de geotecnologias para mapeamento de manguezais. Boletim Científico ESMPU, 10: 137–156.
- Schaeffer Novelli, Y. 1999. Grupo de ecossistemas: Manguezal, Marisma e Apicum. São Paulo: Caribbean Ecological Research. 119 p.
- Schettini, C.A.F.; Miranda, J.B.; Valle-Levinson, A.; Truccolo, E.C. & Domingues, E.C. 2016. The circulation of the lower Capibaribe Estuary (Brazil) and its implications for the transport of scalars. Brazilian Journal of Oceanography, 64: 263–276.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature Based on Sand, Silt, Clay Ratios. Journal of Sedimentary Petrology, 24: 151–158.
- Traini, C.; Proust, J.N.; Menier, D. & Mathew, M.J. 2015. Distinguishing natural evolution and human impact on estuarine morpho-sedimentary development: A case study from the Vilaine Estuary, France. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 163, 143–155.
- Vasconcelos, T.L. & Sá, L.A.C.M. 2011. A Cartografia Histórica da Região Metropolitana do Recife. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA, 1, Paraty, 2011. Trabalhos completos, Paraty, UFMG, p. 1–20.
- Xavier, D.A.; Barcellos, R.L.; Figueira, R.C.L. & Schettini, C.A.F. 2016. Evolução sedimentar do estuário do Rio Capibaribe (Recife-PE) nos últimos 200 anos e suas relações com a atividade antrópica e processos de urbanização. Tropical Oceanography, 44, 74–88.
- Zourarah, B.; Maanan, M.; Carruesco, C.; Aajjane, A.; Mehdi, K. & Conceic, M., 2007. Fifty-year sedimentary record of heavy metal pollution in the lagoon of Oualidia (Moroccan Atlantic coast). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 72: 359–369.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> jun. 2015.