

COMUNIDADE BENTÔNICA DE LAGUNAS COSTEIRAS IMPACTADAS DE RECIFE E OLINDA, PERNAMBUCO - POSSÍVEL GRUPAMENTO BIOLÓGICO BIOINDICADOR DE POLUIÇÃO ORGÂNICA

Benthic communities of impacted coastal lagoons from Recife and Olinda, Pernambuco State - a likely biological bioindicator grouping of organic pollution

Cristiane Maria Rocha Farrapeira¹, Arthur Vinicius de Oliveira Marrocos de Melo², Deusinete de Oliveira Tenório³

RESUMO

A Lagoa do Araçá (Recife) e o Manguezal Chico Science (Olinda), são ambientes estuarino-lacunares localizados em Pernambuco, que recebem dejetos orgânicos e inorgânicos de origem urbana. Partindo da hipótese de que apresentam diversidade biológica reduzida, objetivou-se realizar um inventário da vegetação e fauna epibentônica da zona entremarés, para avaliar de que maneira as alterações ambientais afetaram a composição da comunidade biológica. Foram feitas quatro amostragens em cada lagoa em 2005, buscando relacionar as espécies com suas preferências ecológicas em termos de substratos e alturas de marés. Ambos locais apresentaram hidrodinamismo deficitário dificultado pela natureza e formação dos canais artificiais de condução das marés, um aporte considerável de águas poluídas por esgotos domésticos e baixos índices de oxigênio dissolvido na água. A fauna diferiu muito pouco entre si sendo constituída por moluscos (*Littoraria angulifera*, *Melampus coffeus*, *Neritina virginea*, *Mytilopsis leucophaeta*) e crustáceos (*Ucides cordatus*, *Aratus pisonii*, *Goniopsis cruentata*, *Sesarma rectum* e *Amphibalanus amphitrite*). No Manguezal Chico Science, composto por *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* (predominante), foram encontrados também *Ligia exotica* e *Uca thayeri*. Na Lagoa do Araçá, com bosque monoespecífico de *L. racemosa*, estas espécies animais foram substituídas por *Uca burgesi* e *U. rapax*. Considerando que a macrofauna bentônica deste local compreendeu espécies de distribuição pantropical, eurihalinas e bastante resistentes às ações ambientais e antrópicas, sugere-se que o grupamento faunístico comum às lagoas seja bioindicador de poluição orgânica por esgoto, quando somente estas espécies ocorrerem no ambiente estuarino.

Palavras-chaves: ambiente estuarino-lagunar, manguezal, macrofauna bentônica, bioindicador, poluição orgânica.

ABSTRACT

The Araçá Lagoon (Recife) and Manguezal Chico Science (Olinda) are two estuarine-lagoons environments in Pernambuco State, that receive organic and inorganic wastes from urban origin. From the hypothesis that they show a low biological diversity this work aimed at making an inventory of the vegetation and epibenthic fauna from the intertidal zone, to assess how environmental changes affected the biological community composition. Four samplings were done in each lagoon in 2005, seeking to relate the species with its ecological preferences about substrate and tide height. Both lagoons showed a deficient hydrodynamism on account of the nature and formatting of the artificial canals that conduct the tides, the considerable affluence of domestic sewers waters and the low indices of dissolved oxygen. The fauna of these lagoons differed very little among itself, being constituted by mollusks (*Littoraria angulifera*, *Melampus coffeus*, *Neritina virginea*, *Mytilopsis leucophaeta*) and crustacean species (*Ucides cordatus*, *Aratus pisonii*, *Goniopsis cruentata*, *Sesarma rectum* and *Amphibalanus amphitrite*). In the Chico Science mangrove forest, in addition to the species *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* (predominant), there were also found *Ligia exotica* and *Uca thayeri*. In the Araçá Lagoon, with a monospecific forest of *L. racemosa* these animal species were replaced by *Uca burgesi* and *U. rapax*. Considering that the sampled benthic macrofauna was comprised of species with a pantropical distribution, eurihaline and sufficiently resistant to the environmental and anthropic actions, it is suggested that the faunistic grouping common to both lagoons be a bioindicator of organic sewerage pollution, as long as only those species are found to in the estuarine environment.

Key words: estuary-coastal lagoon environments, mangrove, benthic macrofauna, bioindicator, organic pollution.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE – Dept^o de Biologia- R. Dom Manoel de Medeiros, s/n^o, Dois Irmãos, Recife-PE, 52-171-900; email: c.farrapeira@db.ufrpe.br

² Biólogo; Escola Técnica Regional – Rua Gervásio Pires, 698, Boa Vista, Recife-PE, 50-050-070. email: arthur_marrocos@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Pernambuco- UFPE – Dept^o de Oceanografia- Bentos- Av. Arquitetura, S/N, Cidade Universitária, 50670-901, Recife-PE; e-mail: dotmar@globo.com

INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes costeiros com ligação livre com o mar, submetidos às mudanças graduais das variáveis ambientais salinidade, turbidez da água, nutrientes dissolvidos, teores de oxigênio e outros gases dissolvidos, pH e composição dos sedimentos (Elliott & Mclusky, 2002). Diferindo dos estuários de um modo geral, as lagunas costeiras são separadas da costa por uma barreira, possuindo um ou mais canais de comunicação com a mesma, onde os padrões de circulação da água são complexos e fortemente afetados pela geomorfologia, ventos e correntes de marés e de rios (Day Jr & Yáñez-Arancibia, 1982; Kjerfve, 1994).

Nos estuários das regiões intertropicais se desenvolvem os manguezais, ecossistemas ecologicamente fundamentais para a região costeira, que vêm sendo agredidos e destruídos pelas intervenções humanas como consequência do processo acelerado de ocupação das margens dos estuários, resultando em pressões ambientais permanentes tais como erosão e sedimentação, eutrofização e mudanças nas cadeias alimentares e na estrutura de comunidades biológicas (Diegues, 1987; Schwamborn & Saint Paul, 1996; Valiela et al., 2001; Maia *et al.*, 2005). Particularmente na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, os manguezais funcionaram como os mais importantes sistemas deposicionais que ajudaram a fixar a terra onde a cidade se desenvolveu (Coutinho, 1980; Silva, 2004). Entretanto, a elevada taxa de urbanização da área costeira, com o seu crescimento propiciado atra-

vés de aterros nas áreas dos manguezais, provocou modificações na rede de drenagem, além do desaparecimento de canais e artificialização de outros (Muniz Filho, 2004). Esta região é entrecortada por vários canais e seis rios: Capibaribe, Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina, nos lados Sul e Oeste da Cidade de Recife e parte do Rio Capibaribe e o rio Beberibe, no lado Norte, limítrofe com Olinda (Farrapeira-Assunção, 1991). Nesta área urbana destacam-se dois ambientes lacunares, ambos submetidos à artificialização de seus canais naturais das águas estuarinas, com comunicação restrita com a água marinha, baixo hidrodinamismo relativo às correntes de marés e sujeitos ao lançamento de dejetos orgânicos e inorgânicos de origem urbana.

O presente estudo partiu da hipótese de que estas lagunas apresentam uma diversidade biológica reduzida, se comparada a estuários de livre circulação, e, portanto, objetivou realizar um inventário da comunidade biótica (vegetação e animais bentônicos) da zona entremarés, de modo a avaliar de que maneira as alterações ambientais antrópicas afetaram a composição biológica desta comunidade.

ÁREA DE ESTUDO

Para este estudo foram escolhidas duas áreas: o Manguezal Chico Science, pertencente à Baía do Rio Beberibe, em Olinda e a Lagoa do Araçá, pertencente à Baía do Rio Tejipió, em Recife, ambas situadas na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil (Figura 1).



Figura 1. Vista aérea da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, com as lagunas do Manguezal Chico Science (MCS)- Olinda e Lagoa do Araçá (LA)- Recife; onde: CDT= Canal Derby-Tacaruna; RB= Rio Beberibe, RC= Rio Capibaribe e RT= Rio Tejipió (Fonte: <http://earth.google.com>).

A laguna do Manguezal Chico Science, que integra o Espaço Ciência, da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Governo do Estado, localiza-se no Município de Olinda (08°01'59"- 08°02'08"S e 34°52'03"- 34°52'12"W) e tem uma área de 19.169 m² (Silva et al., 2000). Este ambiente lacunar foi originado a partir de uma série de aterros realizados sobre o complexo estuarino dos rios Beberibe e Capibaribe na década de 1970, para a construção das vias de acesso entre as cidades de Recife e Olinda. Neste processo, a colmatagem isolou a coleção de água que hoje está conectada com o Oceano Atlântico através do Canal Derby-Tacaruna, por meio de estruturas subterrâneas em concreto, que permitem os fluxos e refluxos das marés (Silva et al., 2000). O ambiente sofre influência do mar e das águas continentais, regulada pela maré, condições que atribuem à laguna características estuarinas (Cunha & Guimarães, 2000). Esta laguna recebe uma carga muito grande de poluentes, com alto teor de matéria orgânica, oriunda dos efluentes domésticos e industriais (pelo Rio Beberibe) e domésticos e hospitalares (pelo Canal do Derby), ambos com altos índices de coliformes fecais (Silva, 1992; Ng, 2006).

A Lagoa do Araçá está localizada no Bairro da Imbiribeira (08°05'33"- 08°05'47"S e 34°54'52"- 34°54'55"W) (Santos, 1992) e é considerada área de proteção ambiental do Recife (Melo *et al.*, 2005). A laguna tem sido submetida a várias ações antropogênicas desde 1993, sobretudo em sua fisiografia, relacionada à artificialização de seu canal natural e eventuais dragagens de sedimentos do fundo, com a construção de paredões e diques e tratamento paisagístico, incluindo mirantes, pista de Cooper (1,5 km, extensão da lagoa) e praças poliesportivas em todo seu contorno (Miranda & Oliveira, 1990). Atualmente possui um espelho d'água de 145.000 m², recebendo influência marinha através do canal ligado ao Rio Tejipió, cuja construção alterou drasticamente o hidrodinamismo da Lagoa, provocando um represamento de água poluída por substâncias orgânicas e inorgânicas (Fernandes *et al.*, 1996).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas quatro coletas em cada laguna, entre os meses de setembro a dezembro de 2005, durante o período de baixa-mar, nos andares supra, médio e infralitoral raso. Em ambos locais as coletas e observações da epifauna bentônica foram realizadas em todo o contorno da laguna, incluindo, um local próximo ao canal de comunicação com a área estuarina. Os parâmetros abióticos de temperatura da água (°C), salinidade, Oxigênio dissol-

vido (em ml/L⁻¹) e potencial hidrogeniônico (pH) foram aferidos apenas na proximidade deste canal, por meio do aparelho multiparâmetros, durante as baixamares; somente a salinidade foi aferida também na preamar.

Foram inventariados os organismos dos substratos inconsolidados (sedimentos) e consolidados naturais (mangues e pedras) e artificiais (pilares dos mirantes, paredões rochosos, diques e manilhas de esgotos). Em cada local, o esforço de coleta (manual e por meio de espátula e martelo, para a coleta dos cirrípedes) foi de 20 a 30 minutos, numa área de aproximadamente 3 m², durante as quais se procurou relacionar as espécies de acordo com seu substrato e distribuição vertical. O material foi fixado em formol a 4%, etiquetado e identificado em laboratório e, para cada táxon observado e/ou coletado, foi calculada sua Abundância Relativa (%).

As áreas descobertas nas marés baixas foram mensuradas para se definir as extensões dos andares do domínio bêntico no sentido horizontal (sedimentos expostos) e vertical (a partir dos trapiches e mangues) com o auxílio de uma trena comum de 10 m de comprimento. Em ambos ambientes lagunares, foi acompanhado um ciclo de maré (baixa-mar a preamar) com o objetivo de se observar a intrusão da maré e circulação da água. Para quantificar parte da ação antrópica na Lagoa do Araçá foram contadas e mensuradas as tubulações e manilhas de esgotamento sanitário localizados em seu entorno e no canal de comunicação com o Rio Tejipió.

RESULTADOS

1 Manguezal Chico Science, Olinda

O canal subterrâneo de comunicação da lagoa é protegido por grades e recebe correntes de marés durante as preamares do canal Derby-Tacaruna e da foz do Rio Beberibe (Figura 2A, B). O solo é consistente e compacto, com sedimentos de origem terrígena (sobretudo argila) com pouca fração lamosa (Figura 2C, D). Em toda a faixa do litoral foram notados resíduos e objetos de natureza diversa oriundos de atividades antrópicas (vidro, plástico, papel, metal e material orgânico), carregados pelas correntes de marés que penetram na laguna pelo canal de alimentação. Em dias de marés de sizígia a altura de maré apresentou uma altura variando de 0,50 m a 0,75 m (no canal). Quanto aos parâmetros abióticos aferidos durante a baixa-mar, a temperatura da água, de 27,5°C a 34,0°C; o teor de Oxigênio dissolvido oscilou entre 1,4 ml/L⁻¹ a 2,9 ml/L⁻¹ e o pH, de 8,0 a 8,3; enquanto que a salinidade variou de 16,0 a 23,9, nas baixamares e de 19,9 a 26,3, nas preamares (Tabela 1).



Figura 2. Laguna do Manguezal Chico Science- Olinda, Pernambuco; A- abertura do canal subterrâneo de comunicação da laguna; B- detalhe do gradil, com acumulação de resíduos sólidos; C- sedimento da margem da laguna com *Laguncularia racemosa*; D- Margem da laguna com resíduos sólidos acumulados

Tabela 1. Parâmetros hidrológicos das lagunas do Manguezal Chico Science (MCS) e Lagoa do Araçá (LA), Pernambuco, no período de agosto a dezembro de 2005, aferidos junto aos respectivos canais. Onde: (-) não disponível; BM= Baixa-mar; PM= Preamar; OD= Oxigênio dissolvido (somente na baixa-mar).

Amostras	Temperatura (°C)		Salinidade BM		Salinidade PM		OD (ml.L ⁻¹)		pH	
	MCS	LA	MCS	LA	MCS	LA	MCS	LA	MCS	LA
Agosto	28,0	27,6	16,0	4,2	19,9	5,9	-	5,0	-	7,7
Setembro	27,5	29,8	17,3	5,8	21,6	7,1	1,7	4,2	8,1	7,3
Outubro	29,0	30,9	19,3	8,1	24,6	9,8	2,9	4,8	8,3	7,1
Novembro	29,0	30,6	22,6	7,8	25,7	10,3	1,4	2,9	8,0	7,1
Dezembro	30,0	31,3	23,9	11,3	26,3	13,7	1,5	1,8	8,3	7,2

O bosque do manguezal é constituído pelas espécies: *Rhizophora mangle* Linnaeus, mangues em pequena quantidade, dispostos "em mancha" na margem oposta ao canal, *Avicennia schaueriana* Stapf. & Leechman, em locais esparsos, sobretudo nas extremidades da lagoa e *Laguncularia racemosa* (Linnaeus), espécie predominante em toda a área.

A fauna não mostrou alteração no contorno do manguezal estudado, sendo composta por onze espécies (Tabela 2). No sedimento, o supralitoral foi representado por uma faixa bastante estreita (0,35 m a 0,77 m), delimitado superiormente pelo início do ambiente terrestre, com restos de aterro de argila, e inferiormente, pelo limite superior de distribuição das inúmeras plântulas de *Laguncularia racemosa*, com algumas tocas de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). O

andar mediolitoral compreendeu uma faixa de 1,2 a 11,6 m de sedimentos areno-lamosos, delimitado inferiormente pelo final de distribuição dos mangues, no limite da baixa-mar (Figura 2C), apresentando: *Uca thayeri* Rathbun, 1900, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) e *Sesarma rectum* (Randall, 1840).

Nos substratos consolidados representados pelos mangues e pilares dos trapiches foram encontradas as seguintes espécies no supralitoral (mas também migrando para os níveis superiores do mediolitoral): *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822), *Aratus pisonii* H. Milne Edwards, 1837 e *Ligia exotica* Roux, 1828, estas observadas apenas no gradil do canal de comunicação. No mediolitoral, foram frequentes: *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758), *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758), *Amphibalanus amphitrite*

(Darwin, 1854), *Aratus pisonii*. No infralitoral, apenas *A. amphitrite*, *N. virginea* estavam sobre nos substratos artificiais, estando o mexilhão *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1831) fixados sobre ramos e raízes de mangues submersos.

2 Lagoa do Araçá, Recife

A lagoa encontra-se circundada em toda a margem por uma calçada composta por placas de concreto assentadas sobre base de argila compactada. O canal de comunicação com o rio Tejipió teve suas margens artificializadas com paredões rochosos e aposição de blocos de granito sobre a argila colmatada e apresenta uma gradação de altura em relação ao nível mínimo da baixa-mar, com duas elevações de níveis em direção à lagoa, contendo um dique gradeado na abertura da lagoa, que dificulta a intrusão da maré (Figura 3A, B). Somente as marés de sizígia penetram na lagoa, promovendo a mistura das águas e sua renovação, que ocorre durante um curto espaço de tempo (uma a duas horas); na maior parte do ciclo de marés observa-se somente a saída da água da lagoa, parcialmente represada pela quantidade de lixo acumulada nas grades do dique do Canal. A altura de marés de sizígia foi variável: 0,83 m, próxima ao canal de comunicação e 0,55 m, na margem oposta. Foram contadas em torno da lagoa 17 manilhas de esgoto (Figura 3C), de diâmetros variados (de 0,30 m a 1,30 m), despejando efluentes sanitários e pluviais; a estes elementos, somavam-se 11 saídas de esgoto dispostas no canal de comunicação da lagoa com o Rio Tejipió.

As margens da lagoa são constituídas por sedimento areno-lamoso (Figura 3D), parcialmente compactado com argila oriunda de aterros antigos (em alguns locais perdurando o solo argiloso) onde se desenvolve uma franja de manguezal mono-específico de *Laguncularia racemosa*. A temperatura da água variou de 27,5°C a 29,0°C; o teor de Oxigênio dissolvido oscilou entre 1,8 ml/L⁻¹ a 5,0 ml/L⁻¹ e o pH, de 7,1 a 7,7; já a salinidade variou de 4,2 a 9,3 durante as marés baixas e de 5,9 a 11,3, nas preamares (Tabela 1).

Tabela 2. Composição biológica e abundância relativa (%) das lagoas do Manguezal Chico Science (MCS) e Lagoa do Araçá (LA), Pernambuco; onde: SL = supralitoral; MLS = mediolitoral superior; MLI = mediolitoral inferior; IL = Infralitoral; mn = mangue; ro = rochas; sa = substrato artificial; se = sedimento.

TÁXON	MCS	LA	Habitat
<i>Avicennia schaueriana</i>	Comum	-	MLI, se
<i>Laguncularia racemosa</i>	abundante	abundante	MLS, se
<i>Rhizophora mangle</i>	Rara	-	MLI, se
MOLLUSCA			
<i>Littoraria angulifera</i>	5,5%	2,9%	SL, MLS, mn, sa
<i>Melampus coffeus</i>	5,3%	12,0%	SL, MLS, MLI, mn, se
<i>Neritina virginea</i>	19,2%	14,0%	MLS, MLI, IL, mn, ro, sa, se
<i>Mytilopsis leucophaeta</i>	13,9%	14,8%	IL, mn, sa
CRUSTACEA			
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	21,0%	12,7%	MLI, IL, mn, ro, sa
<i>Ligia exotica</i>	0,7%	-	SL, MLS, ro, sa
<i>Aratus pisonii</i>	3,6%	3,2%	SL, MLS, mn, sa
<i>Goniopsis cruentata</i>	1,1%	3,1%	SL, MLS, mn, se
<i>Sesarma rectum</i>	0,5%	0,1%	SL, MLS, se
<i>Uca burgesi</i>	-	17,6%	MLS, MLI, se
<i>Uca rapax</i>	-	16,5%	MLS, MLI, se
<i>Uca thayeri</i>	28,9%	-	MLS, MLI, se
<i>Ucides cordatus</i>	0,3%	3,1%	SL, se



Figura 3. Lagoa do Araçá - Recife, Pernambuco; onde: A- abertura do canal de comunicação- lado interno da lagoa, B- dique do canal de comunicação lado externo (canal); C- Manilha de esgoto; D- sedimento firme da margem da lagoa com troncos de *Laguncularia racemosa*; seta indica toca e exemplar de caranguejo *Goniopsis cruentata*.

A macrofauna epibentônica esteve representada por 11 espécies de moluscos e crustáceos (Tabela 2). Nos sedimentos, o supralitoral, se estendeu por 0,45 a 1,27 m, apresentando apenas tocas e exemplares de *Ucides cordatus* e *Goniopsis cruentata* (Figura 3D), com raros espécimes de *Sesarma rectum* sob pedras; No mediolitoral, distribuído numa faixa variável de 6,4 a 10,5 m de extensão, houve um predomínio dos caranguejos *Uca rapax* (Smith, 1870) e *Goniopsis cruentata* na faixa superior, e de *Uca burgesi* Holthuis, 1967 e *Neritina virginea*, próximos ao infralitoral

Nos troncos e ramos de mangues e estruturas artificiais foram observados *Littoraria angulifera*, *Melampus coffeus* e *Aratus pisonii* no supralitoral. Já no mediolitoral foram registradas nestes substratos como características as seguintes espécies: *Neritina virginea*, *Amphibalanus amphitrite* e *Mytilopsis leucophaeta*, todas também presentes no infralitoral (Tabela 2).

DISCUSSÃO

A Região Metropolitana do Recife é uma área com forte desequilíbrio de natureza ecológica, onde vivem cerca de 1,40 milhões de habitantes, a maioria dos quais vive em habitações provisórias, frequentemente localizadas em regiões estuarinas onde inexistem serviços urbanos básicos tais como água, saneamento, coleta de resíduos sólidos e ausência de infra-estrutura física e social (Silva, 2004). A área estuarina sofre extrema degradação ambiental, especificamente com a destruição dos manguezais e poluição aquática por despejos orgânicos de esgoto doméstico; os altos índices de coliformes fecais (acima de 30.000/100ml na maioria da área estuarina) demonstram a forte influência dos esgotos, uma vez que apenas 39% da população urbana têm sistema coletor de esgoto e, dentre estes, menos de 50% são efetivamente tratados, o restante sendo lançado "in natura" na águas dos rios (Recife, 1995).

O elevado nível de coliformes fecais na Lagoa do Araçá (Fernandes et al., 1996; Melo et al. 2005) e no Rio Beberibe (Beltrão et al., 1995; CPRH, 2006), que conseqüentemente deve afetar a laguna do Manguezal Chico Science, testemunha esta poluição orgânica nas lagunas. Nas duas lagunas pesquisadas, o pouco volume de água que penetra durante as preamares, cujos fluxos são insuficientes para renovar toda a água e, sobretudo a alta carga de efluentes domésticos ali despejados, faz com que estes ambientes tendam a se apresentar com fortes índices de coliformes fecais.

É importante ressaltar que o represamento de água poluída nas lagunas exerce um efeito drástico

sobre os organismos e provoca um acentuado desequilíbrio no ecossistema, em virtude das amplas variações das características físicas, químicas e biológicas da água, gerando um déficit de Oxigênio, decorrente do aumento da concentração de matéria orgânica dissolvida e/ou particulada e do processo de sua decomposição. Feitosa et al. (1999) verificaram concentrações menores deste parâmetro na área estuarina da Bacia do Pina, em Recife, semelhantes às observadas em ambas as lagunas investigadas (2 a 7,5 ml.L⁻¹), tendo considerado que estavam diretamente relacionados ao maior aporte de matéria orgânica procedentes dos efluentes domésticos trazidos pelos rios, destacando que sua concentração varia muito em função do fluxo e refluxo da maré, em função da salinidade e da temperatura da água.

Na Lagoa do Araçá, Fernandes et al. (1996) relataram que o nível de poluição da Bacia do Rio Tejipió, está muito acima daquele permitido pela legislação ambiental, com concentrações de Oxigênio dissolvido que variam de 0 a 1mg/L, quando a legislação fixa entre 3 ml.L⁻¹ a 6 ml.L⁻¹ (CPRH, 2006). Semelhante quadro de poluição orgânica foi observado no Manguezal Chico Science. O Canal Derby-Tacaruna (braço do Rio Capibaribe) e o Rio Beberibe que são responsáveis pela intrusão na laguna são considerados por Costa et al. (2004a) como fortemente poluídos por esgotos *in natura*. Eventos de hipóxia foram observados por Silva et al. (2000) nos manguezais do Complexo de Salgadinho, localizados nas proximidades da laguna.

Nos dois ambientes lacunares estudados, observou-se um aporte pequeno ou inexistente de água doce, representado pelo escoamento de águas pluviais, no Manguezal Chico Science, e provenientes de galerias de águas servidas, na Lagoa do Araçá, e um pequeno aporte de água salina durante as preamares pelos canais de comunicação, afetando os teores de salinidade das lagunas. Em ambas as lagunas os valores variaram pouco entre os períodos de baixa-mar a preamar demonstrando que o padrão de circulação da água é ínfimo, com valores um pouco mais altos na laguna de Olinda, em virtude de sua proximidade física do ambiente marinho. A influência marinha no Manguezal Chico Science também se reflete no pH de suas águas, com valores mais altos nesta laguna.

Canalizações, dragagens, drenagens, aterros e construção de diques são atividades antrópicas que perturbam o equilíbrio ecossistêmico de áreas de manguezais (Lugo et al., 1980; Coutinho, 1986). As quatro ações citadas ocorreram na Lagoa do Araçá desde 1990 (Melo et al., 2005), com destaque para o canal artificializado com diques que afetaram o hidrodinamismo do local. No caso do Manguezal

Chico Science, a laguna foi formada artificialmente a partir da margem do Rio Beberibe, por meio de canalizações, dragagens e drenagens (Silva et al., 2000). Todos os impactos ambientais mencionados devem ter contribuído para a diminuição da biodiversidade das espécies de organismos encontrados em ambas as lagunas estudadas. Cabe destacar que nos manguezais, assim como em outros ecossistemas marginais, a biodiversidade é baixa, uma vez que as espécies de vegetais e animais que os integram vivem muito próximos aos seus limites de tolerâncias às condições ambientais extremas (Vannucci, 2001).

Em relação ao bosque de manguezal, as condições de estresse decorrentes dos tensores induzidos pelo homem, a pequena contribuição de água doce e pequena variação da salinidade, pequena altura de marés e o assoreamento das margens limitam seu desenvolvimento, interferindo tanto na sua estrutura quanto em sua diversidade, eliminando as espécies mais sensíveis (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983). Neste sentido, entende-se que a ocorrência da única espécie de mangue, *Laguncularia racemosa*, no manguezal da Lagoa do Araçá e seu predomínio numérico sobre as demais espécies de mangues na laguna de Olinda são um reflexo desta tensão ambiental. A valência ecológica desta espécie nestes locais coincidiu com a da literatura, uma vez que a mesma foi citada para locais só atingidos pelas marés de sizígias mais altas do ano, onde a renovação das águas ocorre raramente (Coutinho, 1980; Maia et al., 2005). Relativamente ao Manguezal Chico Science, a presença das três espécies de mangues reflete as ações de conservação e educação ambiental desenvolvidas pelo Espaço Ciência (Bahé, 2006) no plantio das espécies típicas dos estuários do Rio Beberibe (Beltrão et al., 1995; Cunha, 2000). Porém o predomínio numérico de *L. racemosa* sobre as demais espécies está em consonância com as observações de Alves & Sassi (2003) para a Laguna de Intermares, em João Pessoa, Paraíba, onde esta espécie foi o elemento vegetal mais expressivo em densidade e tamanho, considerando sua aparente maior resiliência aos impactos antropogênicos.

Relativamente à fauna de manguezais, ela é tipicamente formada por um grupo de espécies oportunistas, especialmente adaptado ao ambiente estuarino (Vanucci, 2001), porém a estrutura da comunidade animal bentônica, segundo Bell & Westoby (1986), é primariamente um reflexo da complexidade do habitat. Desta forma, o pequeno número de espécies observado nos locais estudados pode ser explicado pelo deficiente hidrodinamismo e, sobretudo, pela carga de poluição orgânica à qual está submetido, seguindo a conceituação de Costa et al. (2004b),

que destacam que a ausência de táxons estenotópicos em uma amostra pode indicar perturbação ambiental. Para Pearson & Rosenberg (1978) o número de espécies da fauna bentônica é reduzido em resposta a uma alteração orgânica do meio, em escalas temporal e espacial, eliminando aquelas sensíveis, de modo que só as espécies resistentes, tolerantes às fontes poluidoras, conseguem sobreviver às condições adversas, proliferando devido à ausência de competidores e predadores.

A riqueza da fauna de invertebrados de um ambiente estuarino pode ser avaliada comparando-se o número total de espécies com outros estuários. Assim, comparativamente a outros estudos de diversidade faunística, as lagunas pesquisadas além de serem pobres em número de espécies, muitos grupos estão ausentes. Tenório et al. (2000) registraram 96 espécies de Porifera, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Crustacea, Echinodermata e Chordata (Cephalochordata e Osteichthyes) para a região estuarina do Canal de Santa Cruz, enquanto que neste estudo, desconsiderando os Polychaeta não identificados, só foram registradas 13 espécies.

Com relação aos crustáceos decápodos foram coletadas apenas cinco espécies em cada laguna investigada, dado numérico que se contrapõe aos inventários destes animais em outros estuários nordestinos: 64 espécies presentes no estuário do Rio Paripe, Pernambuco (Coelho-Santos & Coelho, 2001), 52 espécies nos estuários dos rios Casqueira e Conceição e 49 no Rio Potengi, Rio Grande do Norte (Ferreira & Sankarankutty, 2002), 55 espécies para o complexo estuarino-lacunar Mundaú-Manguaba, Alagoas (Calado & Sousa, 2003) e 51 espécies nas áreas estuarinas de Ilhéus, Bahia (Almeida et al., 2006). Cabe destacar que dentre os dez gêneros de decápodos comuns aos manguezais das Américas (Araújo & Maciel, 1979), foram encontrados nas lagunas apenas os representantes de cinco gêneros, *Aratus*, *Goniopsis*, *Sesarma*, *Uca* e *Ucides*, estando ausentes as espécies dos gêneros *Panopeus*, *Eurytium*, *Pachygrapsus*, *Cardisoma* e *Callinectes*, todos eles representados na área estuarina do rio Capibaribe e Bacia do Pina, em Recife (Farrapeira-Assunção, 1991).

Ainda relativamente aos crustáceos, outra constatação digna de registro foi a presença de uma única espécie de cirrípede. *Amphibalanus amphitrite* é distribuída em todos os oceanos, em regiões de clima temperado quente e tropical, distintamente euritérmica e eurihalina e comumente encontrada na zona entremarés, fixando-se em vários substratos, tais como raízes de mangues, costões rochosos e substratos artificiais (Silva-Brum & Absalão, 1989; Desai et al., 2006, Farrapeira, 2008). Farrapeira (2006) identificou

nove espécies de cirrípedes na Região Metropolitana do Recife, classificando seis delas, com características igualmente eurihalinas. Diferentemente do que foi observado nos demais trechos estuarinos dessa região, *A. amphitrite* foi encontrada fixa na franja do infralitoral e não no mediolitoral, ocupando o nicho ecológico de suas congêneres ausentes: *A. eburneus* (Gould, 1841) e *A. improvisus* (Darwin, 1854).

Considerando os moluscos, foram encontrados apenas quatro espécies (três gastrópodes e apenas um bivalve) em ambas as lagunas estudadas, em contraposição às 144 e 74 espécies coletadas em sete áreas estuarinas e ao longo do Canal de Santa Cruz, em Itamaracá, respectivamente (Mello & Tenório, 2000; Tenório et al., 2002) e às 49 espécies coligidas em Bragança, Pará (Beasley et al., 2005). Neste sentido, foi notória a ausência de espécies muito comuns em ecossistemas manguezais, sobretudo de bivalves de importância econômica, como: *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786), *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1846) e *M. guyanensis* (Lamarck, 1819), dentre outras espécies, todas fartamente registradas nos estuários do Norte-Nordeste (Mello & Tenório, 2000; Tenório et al., 2002; Beasley et al., 2005), que foram citadas como abundantes na área estuarina da Região Metropolitana do Recife (Farrapeira-Assunção, 1991). Esta pobreza de moluscos nas lagunas estudadas é provavelmente resultante das características ambientais das lagoas já relatadas, destacando a perda de habitat por aterros e dragagens, considerando que a maioria das espécies tem hábito infaunal.

Um destaque especial deve ser dado à espécie *Mytilopsis leucophaeta*, único bivalve encontrado em ambos locais pesquisados, ocupando o lugar onde deveriam estar os sururus nativos, *Mytella charruana* e *M. guyanensis*. Sua presença na área estudada foi resultado de recente introdução na Baía do Pina, Recife (Souza et al., 2005; Farrapeira et al., 2007). Oliver et al. (1998) afirmaram que esta espécie prefere se fixar onde há um fluxo fraco de água e onde as flutuações da salinidade e da temperatura são pequenas, fato observado nas duas lagunas estudadas. Provavelmente sua proliferação nos ambientes impactados relatados neste estudo são reflexos do grau de poluição orgânica e do seu limite de tolerância a este fator. Segundo McNulty (1970), quando há poluição doméstica, a densidade da população bentônica pode aumentar ou diminuir grandemente, dependendo da proximidade da fonte de despejo, sendo comum o aparecimento de espécies imigrantes, fato observado nas duas lagunas.

De um modo geral, todas as espécies encontradas na Lagoa do Araçá e no Manguezal Chico Science são eurihalinas e de ampla distribuição geográfica na região tropical do Atlântico, corroborando com as observações de que a maioria das espécies tolerantes à poluição tem uma ampla distribuição geográfica (Pearson & Rosenberg, 1978). A distribuição da fauna nas lagunas investigadas acompanhou parcialmente o padrão internacional definido para a zonação vertical dos organismos em áreas de manguezais, nos andares supra, médio e infralitoral, ao nível de família, gênero e até mesmo de espécie para o Brasil (Araújo & Maciel, 1979; Nunes & Almeida, 1979; Aveline, 1980; Farrapeira-Assunção, 1991; Coelho Filho et al., 2000; Farrapeira et al., 2000). Deste padrão de distribuição, merece destaque a ausência de cirrípedes da família Chthamaliidae, delimitadores biológicos do mediolitoral superior e das ostras *Crassostrea rhizophorae*, típicas da região de mediolitoral de manguezais tropicais (Rosa Filho & Farrapeira, 1998; Farrapeira et al. 2000; Farrapeira, 2006).

Observando todos estes dados, cabe uma reflexão sobre animais bioindicadores. Segundo Gestel & Brummelen (1996), é possível identificar organismos ou conjunto de organismos que fornecem um elenco de informações do estado dos ambientes, onde estão mais bem adaptados para se desenvolver, sendo estes, denominados bioindicadores. Para que um grupo de espécies (comunidade) seja assim considerado é necessário ser razoavelmente diverso, ter a taxonomia conhecida, de fácil coleta, suficientemente abundante, cosmopolita, ter um papel ecológico entendido, bem como indicar níveis de perturbação ou mudanças ambientais pelo declínio no número de espécies especializadas, pelo aumento na abundância de outras taxa, por mudanças morfológicas ou na composição das espécies (Costa et al., 2004b). Todas estas qualidades foram observadas nas espécies encontradas nas duas lagunas. Neste sentido, pode-se inferir que, pela sua resistência à poluição ambiental e hidrodinamismo deficiente, a comunidade faunística constituída única ou principalmente pelos moluscos *Littoraria angulifera*, *Melampus coffeus*, *Neritina virginea* e *Mytilopsis leucophaeta* e pelos crustáceos *Amphibalanus amphitrite*, *Ucides cordatus*, *Sersarma rectum*, *Aratus pisonii*, *Goniopsis cruentata* podem ser bioindicadora de ambientes degradados com elevados índices de poluição orgânica. A presença da espécie de cirrípede *Amphibalanus amphitrite* nas duas áreas estudadas confirma as proposições de (Lacombe & Monteiro, 1974; Calcagno et al., 1998 e Breves-Ramos et al., 2005) sobre seu potencial de biomonitor ambiental em ecossistemas costeiros com poluição orgânica por esgotos domésticos onde há

ineficiente circulação de água, desde que a mesma ocorra sem a presença de outras espécies eurihalinas típicas, comuns em áreas estuarinas.

Agradecimentos - Os autores agradecem à Professora Lília Pereira de Souza Santos, da Universidade Federal de Pernambuco, pela revisão do texto e sugestões, e revisores anônimos da revista, que contribuíram com sugestões para aprimorar a redação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, A.O.; Coelho, P.A.; Santos, J.T.A.; Ferraz, N.R. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 6, n. 2, p. 1-24, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/fullpaper?bn03406022006+pt>>. Acesso em: 13 out. 2007.

Alves, R.R.N.; Sassi, R. Phytosociological characteristics and anthropogenic impacts on the mangrove of Intermars coastal lagoon, Northeastern Brazil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 31, n. 2, p. 135-147, 2003.

Araújo, D.S.D.; Maciel, N.C. Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara. *Cadernos FEEMA - série técnica*, Rio de Janeiro, n.10/79, p. 1-112, 1979.

Aveline, L.C. Fauna dos manguezais brasileiros. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 786-821, 1980.

Bahé, E. Espaço Ciência: Um lugar para aprender se divertindo; maior museu interativo a céu aberto do país oferece uma viagem pelo tempo. *Movimento Médico*, Recife, n. 6, p. 5-9, 2006.

Beasley, C.R.; Fernandes, C.M.; Gomes, C.P.; Brito, B.A.; Santos, S.M.L.; Tagliaro, C.H. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of Northern Brazil. *Ecotropica*, Bonn, v. 11, p. 9-20, 2005.

Bell, J.D.; Westoby, M. Abundance of macrofauna in dense seagrass is due habitat preference, not predation. *Oecologia*, Berlin, v. 68, p. 205-209, 1986.

Beltrão, A.L.; Maia, J.T.A.; Oliveira, M.L.; Farias, V.P. *Diagnóstico ambiental do Município de Olinda*. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH, 1995.

Breves-Ramos, A., Lavrado, H.P., Junqueira, A.O.R.; Silva, S.H.G. Succession in rocky intertidal benthic communities in areas with different pollution levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 48, n. 6, p. 951-965, 2005.

Calado, T.C.S.; Sousa, E.C. *Crustáceos do complexo estuarino-lacunar Mundaú/Manguaba, Alagoas*. Maceió: FAPEAL, 2003.

Calcagno, J.A.; López Gappa, J.; Tablado, A. Population dynamics of the barnacle *Balanus amphitrite* in an intertidal area affected by sewage pollution. *Journal of Crustacean Biology*, Woods Hole, v. 18, n. 1, p. 128-137, 1998.

Cintrón, G.; Schaeffer-Novelli, Y. *Introducción a la ecología del manglar*. Montevideo: ROSTLAC/ UNESCO, 1983.

Coelho Filho, P.A.; Coelho-Santos, M.A.; Farrapeira, C.M. Zonación vertical da macrofauna bêntica de substratos inconsolidados do estuário do Rio Paripe (Itamaracá - Pernambuco). In: *Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: desafios e Perspectivas*, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-9.

Coelho-Santos, M.A.; Coelho, P.A. Crustacea Decapoda of the Paripe river estuary, Pernambuco, Brazil. *Hydrobiologia*, The Hague, v. 449, n. 1-3, p. 77-79. 2001.

Costa, M.F.; Araújo, M.C.B.; Chagas, A.C.O.; Sant'anna Júnior, M.; Souza, S.T. Poluição marinha. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M.F. *Oceanografia; um cenário tropical*. Recife: Bagaço, 2004a. p. 287-318.

Costa, M.F., Neumann-Leitão, S.; Souza-Santos, L.P. Bioindicadores da qualidade ambiental. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; COSTA, M.F. *Oceanografia; um cenário tropical*. Recife: Bagaço, 2004b. p. 319-352.

Coutinho, P.N. Los manglares de la planicie costera de Recife. In: *Seminário Sobre El Estudio Científico E Impacto Humano En El Ecosistema De Manglares*, 1978, Cali. *Memorias...* Montevideo: UNESCO, 1980. p. 160-169.

Coutinho, P.N. Sugestões para gerenciamento de estuários. *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 25, p. 77-86, 1986.

CPRH. *Resultados dos monitoramentos das bacias hidrográficas*. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH, 2006.

Cunha, A. Aulas no manguezal Chico Science, Espaço Ciência, Olinda-PE. In: *Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: desafios e Perspectivas*, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-10.

- Cunha, A.; Guimarães, A. 2000. Biologia reprodutiva dos teleósteos no Manguezal Chico Science, Olinda – PE. In: Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: desafios e Perspectivas, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-7.
- Day Jr, J.W.; Yáñez-Arancibia, A. Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. *Ciencia Interamericana*, Washington, v. 22, n. 1-2, p. 11-26, 1982.
- Desai, D.V.; Anil, A.C.; Venkat, K. Reproduction in *Balanus amphitrite* Darwin (Cirripedia: Thoracica): Influence of temperature and food concentration. *Marine Biology*, Berlin, v. 149, n. 6, p. 1431-1441. 2006.
- Diegues, A.C.S. Ecosistemas marinhos e sua degradação na América do Sul, Central e Caribe; diagnóstico preliminar. Fundação Bariloche, São Paulo. 1987.
- Elliott, M.; Mclusky, D.S. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, London, v. 55, n. 6, p. 815-827, 2002.
- Farrapeira, C.M.R. Barnacles (Cirripedia Balanomorph) of the estuarine region of Recife, Pernambuco, Brazil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 34, n. 2, p. 100-119, 2006. Disponível em: <http://www.ufpe.br/tropicaloceanography/volumes/volume_34_2_2006.html> Acessado em 4 fev. 2007.
- Farrapeira, C.M.R. Cirripedia Balanomorph en el estuario del río Paripe (Isla de Itamaracá-Pernambuco-Brasil). *Biota Neotropica*, Campinas, v. 8, n. 3, p. 31-39, 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/fullpaper?bn00208032008+es>> Acessado em: 12 nov. 2008
- Farrapeira, C.M.R.; Coelho-Filho, P.A.; Santos, M.A. Zonación vertical da macrofauna bêntica de substratos consolidados do estuário do Rio Paripe (Itamaracá-PE). In: Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-13.
- Farrapeira, C.M.R.; Melo, A.V.O.M.; Barbosa, D.F.; Silva, K.M.E. Ship hull fouling in the port of Recife, Pernambuco. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, v. 55, n. 3, p. 207-221, 2007.
- Farrapeira-Assunção, C.M. Estudo comparativo da macrofauna bentônica de substratos duros em estuários não impactados (Rio Paripe- Itamaracá) e impactados (Rio Capibaribe e Bacia do Pina)- Pernambuco. In: Encontro Nacional De Estudos Sobre O Meio Ambiente, 3, 1991, Londrina. *Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1991. v. 2, p. 80-95.
- Feitosa, F.A.N.; Nascimento, F.C.R.; Costa, K.M.P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife-PE). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, Recife, v. 27, n. 2, p. 1-13, 1999.
- Fernandes, F.; Parahyba, R.; Lins, M.V.; Longman, W. *Monitoramento ecológico da Lagoa do Araçá*. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos- CPRH, 1996.
- Ferreira, A.C.; Sankarankutty, C. Estuarine carinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. *Nauplius*, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 121-129, 2002.
- Gestel, C.A.M.; Brummelen, T.C. Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for a re-definition of terms. *Ecotoxicology*, London, v. 5, n.4, p. 217-225, 1996.
- Kjerfve, B. Coastal lagoons. In: Kjerfve, B. (Ed.). *Coastal lagoon processes*. Amsterdam: Elsevier, 1994. Elsevier Oceanographic Series, v. 60, p. 1-8.
- Lacombe, D.; Monteiro, W. Balanídeos como indicadores de poluição na Baía de Guanabara. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, p. 633-644, 1974.
- Lugo, A.E.; Cintrón, G.; Goenaga, C. El ecosistema del manglar bajo tensión. In: Seminário Sobre El Estudio Científico E Impacto Humano En El Ecosistema De Manglares, 1978, Cali. *Memorias...* Montevideo: UNESCO, 1980. p. 261-284.
- Maia, L.P.; Lacerda, L.D.; Monteiro, L.H.U.; Souza, G.M. *Estudo 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*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará / Sociedade Internacional para Ecosistemas de Manguezal, 2005.
- Mcnulty, J.K. Effects of abatement of domestic sewage pollution on the benthos, volumes of zooplankton, and the fouling organisms of Biscayne Bay, Florida. *Studies in Tropical Oceanography*, Miami, n. 9, p. 1-107, 1970.
- Mello, R.L.S.; Tenório, D.O. A malacofauna. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. *Gerenciamento participativo de estuários e manguezais*. Recife: Ed. Universitária - Universidade Federal de Pernambuco, 2000. p. 103-118.
- Melo, A.V.O.M.; Farrapeira, C.M.R.; Lins, M.V.; Santos, M.; Farias, A.C.A. Lagoa do Araçá: Um histórico de degradação e resistência do manguezal. In: Encontro Regional De Educação Ambiental Em Áreas De Manguezais - Nordeste II, 4, 2005, Recife. *Resumos...*

- Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p. 47-49.
- Miranda, A.J.; Oliveira, A.A. *Parque Ecológico Lagoa do Araçá- Projeto Executivo*. Recife: Empresa de Urbanização do Recife, 1990.
- Muniz Filho, P.T. Análise das dimensões sócio-ambientais da bacia hidrográfica do Rio Tejipió. In: Congresso Brasileiro De Geógrafos, 6, 2004, Goiânia. *Anais...* (CD-Rom). Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2004. p. 1-12.
- Ng, H.T. *Caracterização zooplanctônica e hidrológica da laguna do Manguezal Chico Science relacionada a impactos ambientais (Olinda - PE - Brasil)*. 2006. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- Nunes, T.B.; Almeida, V.G. Zonação vertical da fauna de raízes do mangue do rio Jacuruna, (Bahia - Brasil). *Universitas*, Salvador, v. 24, p. 19-24, 1979.
- Oliver, P.G.; Holmes, A.M.; Mettam, C. *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1931) (Bivalvia: Dreissenoida). A species new to the British fauna. *Journal of Conchology*, Ann Arbor, v. 36, n. 2, p. 13-18, 1998.
- Pearson, T.H.; Rosenberg, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, Aberdeen, v.16, p. 229-311, 1978.
- RECIFE. *Recuperação ambiental das bacias dos rios Jordão e Pina- Conceção geral*. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife, 1995.
- Rosa Filho, J.S.; Farrapeira-Assunção, C.M. Zonação vertical da macrofauna bentônica dos andares supra litoral e médio litoral dos manguezais da região da Ilha de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Série Ciências Aquáticas*, Recife, n. 4, p. 59-68, 1998.
- Santos, M.F. *O ecossistema da Lagoa do Araçá, estuário do Rio Tejipió: Alguns aspectos da caracterização ambiental*. 1992. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.
- Schwamborn, R.; Saint Paul, U. Mangroves - Forgotten forests? *Natural Resources and Development*, Tübingen, v. 43/44, p. 13-36, 1996.
- Silva, A.T.; Freitas, J.A.G.; Schuler, C.A.B. 2000. Mangroves of the Salgadinho complex- Olinda/PE- monitoring for aerial photographs and re-ambulation. In: Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-12.
- Silva, J.R. *Ecologia da paisagem: um estudo de caso - Complexo de Salgadinho, Olinda*. 1992. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.
- Silva, J.J.A. Diretrizes para usos dos manguezais do Pina, Recife: Uma análise crítica. In: Congresso Brasileiro De Geógrafos, 6, 2004, Goiânia. *Anais...* (CD-Rom). Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2004. p. 1-11.
- Silva-Brum, I.N.; Absalão, R.S. 1989. Vertical distribution of barnacles of the intertidal rocky shores of Guanabara Bay, RJ, Brazil. In: NEVES, C. (Ed.). *Coastlines of Brazil*. New York: American Society of Civil Engineers, 1989. p. 139-153.
- Souza, J.R.B.; Rocha, C.M.C.; Lima, M.P.R. Ocorrência do bivalve exótico *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad) (Mollusca, Bivalvia), no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 1204-1206, 2005.
- Tenório, D.O.; Santos, M.A.C.; Santos, W.S. Biodiversidade bêmica do Canal de Santa Cruz - Itamaracá - Pernambuco, Brasil. In: Mangrove 2000; Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas, 2000, Recife. *Trabalhos completos...* (CD-Rom) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 1-10.
- Tenório, D.O.; Luz, B.R.A.; Melo, W.R. Moluscos marinhos do litoral do Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (Eds.). *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. V. 2. Recife: Massangana, 2002. p. 493-528.
- Valiela, I.; Bowen, J.L.; YORK, J.K. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*, Washington, v. 51, n. 10, p. 807-815, 2001.
- Vannucci, M. What is so special about mangroves? *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 61, n. 4, p. 599-603, 2001.