

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – CCB
ANDERSON SÉRGIO DE CARVALHO NÓBREGA**

**FONTES DE CONTAMINAÇÃO NO ESTUÁRIO DO
RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO.**

**RECIFE/PE
2011**

**ANDERSON SÉRGIO DE CARVALHO NÓBREGA
FONTES DE CONTAMINAÇÃO NO ESTUÁRIO DO
RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais, da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos à obtenção
do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Eliete Zanardi Lamardo

**RECIFE/PE
2011**

**ANDERSON SÉRGIO DE CARVALHO NÓBREGA
FONTES DE CONTAMINAÇÃO NO ESTUÁRIO DO
CAPIBARIBE, PERNAMBUCO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais, da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos à obtenção
do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Data de Aprovação: ____/____/____

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof.(a) Dr.(a) Eliete Zanardi Lamardo (Orientadora)
Departamento de Oceanografia – UFPE

Prof. Dr. Manuel de J. Flores Montes (Titular)
Departamento de Oceanografia – UFPE

Prof^ª. Dr. Silvio José de Macedo (Titular)
Departamento de Oceanografia – UFPE

Prof. Msc. Daniele Claudino Maciel (Suplente)
Departamento de Oceanografia – UFPE

**RECIFE/PE
2011**

*Dedico este trabalho aos meus pais,
minha irmã e todos os meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a mim mesmo por superar as dificuldades e seguir em frente.

A Deus por tudo que aconteceu e acontecerá.

A toda minha família, especialmente meu pai Antônio, minha mãe Josete e minha irmã Fabiana.

A Prof. Dr. Eliete Zanardi pela orientação e, pela compreensão nos momentos difíceis.

A todos do Laboratório Organomar da UFPE especialmente a Rafael, Prof^ª Gilvan, e Daniele.

A quem me ajudou no desenvolvimento da monografia, Eliete, Cristiane , Patrícia, Gilvan, Daniele, Rafael, Fred e Luciano.

À toda turma de Ciências Ambientais 2007.1 em especial a Mariana , Espósito, Felipe, Fred Helcy, Gilberto, Marcela, Poliana, Morgana, Tiago e Luciano.

À Bruno, Deivid, Felipe, Fernando, Osdir, Helton, Camila e Catarine que participaram “dessa história”.

A todos os espíritos encarnados e desencarnados do Grupo Espírita Caminho da Luz pelo apoio, incentivo, terapias e descontração.

A toda a família universal, que estamos interligados.

*“Ser autêntico e esforçar
por melhorar é trilha
segura em direção a
felicidade definitiva ”.*

(Ermance Dufaux)

SUMÁRIO

<i>RESUMO</i>	1
ABSTRACT	2
1. <i>INTRODUÇÃO</i>	3
2. <i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i>	4
3. <i>OBJETIVOS</i>	8
3.1. Objetivo Geral:	8
3.2. Objetivos Específicos:	8
4. <i>MATERIAIS E MÉTODOS</i>	9
4.1. Área de Estudo	9
4.1.1. Bacia hidrográfica do Rio Capibaribe	9
4.1.2. São Lourenço da Mata	10
4.1.3. Camaragibe	10
4.1.4. Recife.....	10
4.1.5. Estuário do Rio Capibaribe	11
4.1.6. Bacia do Pina	11
4.1.7. Bacia Portuária – Porto de Recife.....	12
4.2. Coleta de dados e levantamento bibliográfico.....	13
5. <i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	15
5.1. Estudos Realizados	15
5.2. Indústrias Localizadas à beira do Rio Capibaribe	22
5.3. Saídas de Esgotos e Saídas de Águas Pluviais no Rio Capibaribe.....	28
6. <i>CONCLUSÃO</i>	40
7. <i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	41
8. <i>REFERÊNCIAS</i>	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Margem direita do Rio Capibaribe onde se observa lodo recobrimo um depósito lamoso, lixo sobre as águas, uma canaleta pluvial e a Ponte Duarte Coelho ao fundo (Fonte: Silva, 2003).....	6
Figura 2. Área de estudo que compreende o estuário do Rio Capibaribe desde o Parque da Jaqueira até sua foz na confluência da Bacia do Pina e da Bacia Portuária. Fonte: Google Earth, Janeiro/2007	13
Figura 3: Distribuição das 51 indústrias localizadas em Recife, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).....	26
Figura 4: Distribuição das 6 indústrias localizadas em Camaragibe, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).....	26
Figura 5: Distribuição das 8 indústrias localizadas em São Lourenço da Mata, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).	27
Figura 6: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende São Lourenço da Mata à Recife. As diferentes cores refletem os agrupamentos das indústrias segundo seu potencial de poluição (PP): Verde = pequeno PP; Preto = Médio PP; Vermelho = Alto PP.....	28
Figura 7: Saídas de Esgotos localizadas na área estuarina do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua foz, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária até o Parque da Jaqueira.	29
Figura 8: Localização das Saídas Pluviais na área estuarina do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua foz, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária até o Parque da Jaqueira.	32
Figura 9: Galeria de esgoto, nas margens do Rio Capibaribe.	35
Figura 10: Galeria de águas pluviais nas margens do Rio Capibaribe.	36
Figura 11: Mangue denso nas margens do Rio Capibaribe.	36
Figura 12: Casas nas margens do Rio Capibaribe com lançamento de seus efluentes diretamente nas águas do estuário - Maio de 2011.....	37
Figura 13: Diferentes tipos de lixos encontrados nas margens do Rio Capibaribe - Maio de 2011.....	38
Figura 14: Pesca com vara ao lado de uma saída de esgoto nas margens do Rio Capibaribe - Maio de 2011.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende Recife à São Lourenço da Mata: Coordenadas Geográficas e suas respectivas distâncias em relação ao rio.	23
Tabela 2: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende Recife à São Lourenço da Mata, agrupadas de acordo com a tipologia e seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).	25
Tabela 3: Localização Geográfica das Saídas de Esgotos ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua desembocadura na Bacia do Pina / Bacia Portuária ao Parque da Jaqueira.	30
Tabela 4: Localização Geográfica das Galerias Pluviais ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua desembocadura na Bacia do Pina / Bacia Portuária ao Parque da Jaqueira.	33

RESUMO

O estuário do Rio Capibaribe é uma área que se encontra bastante comprometida, devido a ação das atividades humanas ao longo do rio. São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife são as principais cidades que geram grande parte da pressão antrópica sobre esta região. Para avaliar as principais fontes de contaminação desta área, foram realizadas várias abordagens: levantamento bibliográfico dos estudos realizados, incluindo o monitoramento ambiental feito pela agência ambiental do estado de Pernambuco (CPRH); listagem das indústrias que distam até 3,6 km do estuário; quantificação das galerias de esgotos e de águas pluviais. Várias indústrias de alto e médio potencial de poluição estão localizadas nas proximidades do Rio Capibaribe. Os estudos indicaram que a qualidade da água do estuário está comprometida uma vez que os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, coliformes termotolerantes, ferro total, níveis de esteróis, cor, pH, clorofila-a, dureza estão acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357/05, para áreas estuarinas. Na maioria das amostras analisadas, as concentrações de oxigênio dissolvido se encontraram baixas ou mesmo próximo de zero. A presença de inúmeras galerias de esgotos ou águas pluviais no trecho entre a Foz do Estuário e o Parque da Jaqueira, indicaram que a área vem recebendo uma grande contribuição de águas residuárias industriais e domésticas. Existem indicativos de que alguns lançamentos de esgotos estejam interligados nas saídas de águas pluviais. Além de todos estes fatores que contribuem para diminuição da qualidade da água deste estuário, grande quantidade de resíduos sólidos também foram encontrados no trecho estudado. O estuário do Rio Capibaribe apresenta sedimentos e águas bastante poluídas, sendo urgente a tomada de decisões que recuperem e priorizem a conservação desta área estuarina.

Palavras-chave: Capibaribe, galerias de esgotos, águas pluviais, poluição, qualidade da água.

ABSTRACT

The estuary of Capibaribe River is an estuarine area that is highly contaminated, due to the human activities along the river. São Lourenço da Mata, Camaragibe and Recife are the main cities that most contribute with an anthropogenic pressure to this region. To evaluate the main sources of contaminants to this area, this study considered few approaches: revision of the published papers accomplished in this region, including the environmental monitoring done by the environmental agency of Pernambuco State (CPRH); list of industries that are located up to 3,6 km from the estuary; quantification of the sewage and pluvial water gallery. Several industries with high and medium potential of impact are located nearby Capibaribe River. Environmental studies indicated a poor water quality and they were based on the high concentration (above the recommended for estuarine areas) of the following aquatic parameters: biochemical oxygen demand (BOD), phosphorus, fecal coliform, total iron, sterols, color, pH, chlorophyll-a and hardness. In most samples, dissolved oxygen concentrations are low or even near to zero. The presence of many sewage and pluvial waters galleries along the Estuary of Capibaribe River indicates that the area receives contribution from domestic and industrial outflows. There are indicative that some sewage outflows are connected to the pluvial water galleries. Besides all those factors that decrease the water quality, all sort of solid residues were also found throughout the studied area. The Estuary of Capibaribe River has polluted sediments and waters, and it is highly necessary to take actions to recover and preserve this estuarine area.

Keywords: Capibaribe, sewage outflows, pluvial waters, pollution, water quality.

1. INTRODUÇÃO

Os estuários são corpos semi-fechados que têm uma conexão livre com o mar e nos quais a água do mar se dilui, de forma mensurável, com a água doce de origem continental (PRITCHARD, 1967). Estes corpos d'água, por formarem áreas protegidas ao longo da costa, são propícios ao assentamento humano bem como o estabelecimento de portos comerciais. As características físicas, químicas e hidrodinâmicas destas regiões favorecem condições ótimas para o habitat de grande parte dos recursos marinhos, o que as tornam de grande relevância biológica. Os estuários atuam como áreas de criação, refúgio temporário ou permanente de várias espécies de peixes, crustáceos e moluscos, que são recursos básicos para a pesca artesanal e industrial. Desta forma, estas regiões constituem-se num importante meio de vida para as populações ribeirinhas que retiram do estuário o seu sustento. Entretanto, atualmente, a maioria dos estuários recebe uma grande quantidade dos rejeitos produzidos nos centros urbanos e industriais sem tratamento adequado, o que vem modificando as condições ambientais destes locais (BARROS et al., 2009; SANTOS et al., 2009). Além disto, a presença de portos comerciais também têm contribuído de maneira significativa para a introdução de vários tipos de contaminantes nas regiões estuarinas, tais como esgotos domésticos, petróleo e derivados, o agente biocida tributilestanho (TBT – presente na composição de tintas antincrustantes), metais, nutrientes em excesso, etc., que contribuem para o detrimento ambiental (CASTRO et al., 2007; MACEDO et al., 2007; BIONE et al., 2009).

Dentre todas estas fontes, os esgotos domésticos são considerados, hoje em dia, o maior problema de poluição marinha a nível global, tanto devido aos problemas de saúde pública que causam, quanto ao volume de material descarregado no ambiente marinho (FARRAPEIRA, 2006; BARROS et al., 2009). Este problema vem sendo acentuado nas últimas décadas, uma vez que o desenvolvimento econômico associado ao crescimento urbano tem aumentado muito a produção de esgotos domésticos e industriais. Esta entrada de esgotos no estuário pode aumentar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), tendo como consequência a eutrofização e o favorecimento da condição anóxica (diminuição de oxigênio) deste ambiente. Nas áreas urbanas, esse tipo de contaminação gera um grande risco à saúde

das pessoas que vivem nestes locais, tais como a cólera e a hepatite viral, devido ao aparecimento de microorganismos patogênicos, que podem ser ingeridos pelo homem, através do consumo de peixes ou frutos do mar contaminados, ou ainda pelo contato direto com a água.

O litoral Pernambucano é caracterizado principalmente pelas baixas cotas de altitude, com alguns trechos abaixo do nível do mar. Esse fato ocasiona a entrada de águas do Atlântico no relevo costeiro, criando um ambiente flúvio-marinho que favorece o surgimento dos estuários (CPRH, 2008). Dentre os vários estuários que formam a costa pernambucana, destaca-se o Estuário do Capibaribe, não só pela sua extensão, mas principalmente pela sua importância sócio-econômica, presente desde o princípio da colonização da região metropolitana do Recife. Infelizmente, este estuário é mais um exemplo típico de região estuarina impactada pela ação das atividades desenvolvidas pelo homem, pois recebe a influência de diversos tipos de fontes de poluentes, de caráter orgânico ou inorgânico. Esta poluição ocorre devido ao aporte de efluentes provenientes das atividades portuárias e náuticas, esgotos domésticos e/ou industriais, que receberam alguma forma de tratamento ou não, e que foram lançados direta/indiretamente no Rio Capibaribe. É visível o impacto gerado pela urbanização ao longo do Rio Capibaribe, causado principalmente pelas cidades do Recife, Camaragibe e São Lourenço. Apesar de claramente impactada, esta região ainda apresenta uma população local que utiliza os recursos pesqueiros desta área para o próprio sustento. Devido à sua grande importância para a região do grande Recife, o Estuário do Capibaribe tem sido alvo de muitas pesquisas, em sua grande maioria com o objetivo de avaliar a qualidade dos seus compartimentos (água, sedimento e organismos) e quantificar os níveis dos contaminantes presentes nos mesmos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O surgimento da cidade do Recife (PE) iniciou-se no século XVI e desenvolveu-se em torno do complexo estuarino da Bacia do Pina – Capibaribe (PORTO DO RECIFE, 2011). As populações foram se estabelecendo às margens dos rios que atravessam o grande Recife. Infelizmente, este crescimento urbano não foi de forma

planejada e o saneamento básico construído não atendeu totalmente a demanda. Além disto, o estado de Pernambuco assumiu uma importância de destaque no Nordeste desde o tempo da colonização holandesa e, para atender o comércio nacional e internacional, no início do século XX, melhorias foram implantadas no antigo ancoradouro, transformando-o no atual Porto de Recife (PORTO DO RECIFE, 2011). Sem a infraestrutura necessária, estas atividades acarretaram num aumento da pressão antrópica sobre os ambientes costeiros.

Atualmente, pouco é conhecido sobre a contaminação por compostos de origem antrópica ao longo da costa de Pernambuco. Apesar da Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) realizar o monitoramento de alguns parâmetros em algumas regiões do estado, existe a necessidade da ampliação das áreas monitoradas e da inclusão de alguns parâmetros de fundamental importância. Dentre estes parâmetros podemos citar análises de hidrocarbonetos do petróleo, pesticidas e fármacos.

O Rio Capibaribe, na região metropolitana do Recife, à jusante da Ponte Prefeito Lima de Castro, divide-se em dois braços: o braço sul, também chamado de braço morto devido aos inúmeros aterros que ocorrem na área, e que deságua na Bacia do Pina; e o braço Norte, em cuja desembocadura se encontra o Porto do Recife (TEIXEIRA, 2007; MEDEIROS, 2007; NETO, 2008). Silva (2003) determinou a batimetria do Rio Capibaribe, na cidade do Recife, e encontrou profundidades menores que 4 metros e, locais de maiores profundidades apresentaram uma cota máxima de 9 metros. Através destes estudos foi registrado que nas margens e no recobrimento do fundo predominam superfícies lamosas, como pode ser visto na Figura 1. Este mesmo autor também verificou a ocorrência de depósitos arenosos em profundidades de 3 a 4 metros. Entretanto, a diminuição da profundidade nem sempre está associada a depósitos de areia e pode ser causada pelo afloramento de rochas submersas e presença de argila compactada. Um estudo sobre o hidrodinamismo realizado recentemente por Monteiro et al. (2011), na área do Estuário do Capibaribe e Bacia do Pina, mostra que a elevação do fundo da Bacia para o Estuário, dificulta a entrada das marés de enchente. Devido a essa circulação, o estuário do Capibaribe é classificado como um estuário de planície, pouco profundo e parcialmente misturado.



Figura 1. Margem direita do Rio Capibaribe onde se observa lodo recobrindo um depósito lamoso, lixo sobre as águas, uma canaleta pluvial e a Ponte Duarte Coelho ao fundo (Fonte: Silva, 2003).

Vários estudos da composição do fitoplâncton e produção primária na área verificaram que o Estuário do Rio Capibaribe é uma região altamente eutrofizada devido à ação antrópica (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991; PASSAVANTE, 2003; ANJOS, 2007; SANTOS et al, 2009; NORIEGA, 2010; SANTIAGO, 2010). O excesso de nutrientes, atribuído principalmente aos esgotos domésticos, escoamento urbano e de regiões de cultivo de cana-de-açúcar, tem contribuído para esta eutrofização com posterior redução no teor de oxigênio (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991; SILVA, 2004; MEDEIROS, 2007; NETO, 2008; NORIEGA, 2010). Outros indicadores biológicos, tais como coliformes fecais, DBO e espécies indicadoras de poluição orgânica, também demonstraram que a qualidade da água deste estuário está comprometida, devido à elevada carga de poluição que recebe (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991; SILVA, 1994; CPRH, 2008).

Alguns estudos usaram indicadores químicos, tais como alcalinidade, dureza e pH, para a determinação da qualidade das águas do Estuário do Capibaribe e relacionaram a baixa qualidade com a presença das atividades humanas, através da introdução de efluentes urbanos e processos de lixiviação de solos contaminados. (MEDEIROS, 2007; TEIXEIRA, 2007; NETO, 2008; CPRH, 2008)

Os sedimentos deste estuário também registram a presença de metais pesados, tais como cromo, ferro, manganês e zinco, que apresentaram valores acima do considerado nível esperado (background) (SILVA, 2004). Ainda segundo a autora, através da análise do material sedimentado foi verificado que a concentração dos metais neste é maior do que no sedimento superficial, o que indicou a transferência de metais do material sedimentado para o sedimento superficial na área.

Apesar da frequente descarga de efluentes industriais e domésticos que contribuem para a degradação do Estuário do Rio Capibaribe, as correntes de marés favorecem a renovação dos parâmetros químicos e biológicos, propiciando à este estuário um grande poder de autodepuração (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991).

Considerando a Bacia do Pina como uma provável fonte de contribuição antrópica para o Estuário do Capibaribe, alguns estudos usando organismos indicadores de condições ambientais, concluíram que a mesma está fortemente poluída (PARANAGUÁ et al., 2005; VITÓRIO et al., 2010; VALENÇA, 2009). Desde 1988 a forte influência de esgotos domésticos na Bacia do Pina vem sendo demonstrada através do alto nível de coliformes fecais na água (FEITOSA, 1988), em bivalves (BARROS et al., 2009) e em tecidos do corpo da craca *Amphibalanus amphitrite* (FARRAPEIRA et al., 2010). O Parque dos Manguezais, localizado na parte Sudoeste da Bacia do Pina, também apresenta evidências da contaminação antrópica. Sedimentos e moluscos desta área estão contaminados por metais e, se estes animais forem consumidos, podem causar danos a saúde humana (SILVA; MACEDO; BRAYNER, 2010).

Estes estudos mostram que essa região sofre a ação da carga poluidora que vem sendo carregada por todo o Rio Capibaribe e afluentes formadores, até chegar na Bacia Portuária e desaguar no Oceano Atlântico. Devido a esta situação, estudos ambientais sobre os tipos de contaminantes que já estão presentes nos diversos compartimentos desta área são altamente necessários para que medidas mitigadoras sejam tomadas, objetivando a manutenção do equilíbrio natural. Uma avaliação das potenciais fontes

poluidoras é igualmente importante para o entendimento de onde e quanto provém dos contaminantes, para então se entender os principais processos biológicos e químicos que ocorrem nesta região estuarina.

Dentro deste contexto, o presente estudo fez um levantamento e apresenta a localização de algumas fontes potencialmente poluidoras na região do Estuário do Capibaribe. Além disto, apresenta também uma revisão e síntese dos estudos realizados nesta área com as principais conclusões obtidas pelos diversos autores.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral:

Este trabalho tem por objetivo identificar a influência das atividades antrópicas na região estuarina do Rio Capibaribe, através de um levantamento das potenciais fontes poluidoras, bem como dos estudos de avaliação ambiental desenvolvidos nesta área, gerando um documento que servirá como ponto de partida para estudos futuros.

3.2. Objetivos Específicos:

- Realizar um levantamento bibliográfico dos estudos sobre a contaminação no Estuário do Rio Capibaribe e regiões adjacentes;
- Identificar as indústrias potencialmente poluidoras localizadas nas proximidades do Rio Capibaribe, no trecho que compreende o município de São Lourenço até sua foz, na confluência da Bacia do Pina com a Bacia Portuária;
- Quantificar as saídas de esgotos localizadas nas margens do Rio Capibaribe, no trecho que compreende o Parque da Jaqueira até sua foz;
- Quantificar as saídas de águas pluviais localizadas nas margens do Rio Capibaribe, no trecho que compreende o Parque da Jaqueira até sua foz;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

A área deste estudo é o Estuário do Rio Capibaribe. Algumas cidades circunvizinhas que desenvolvem atividades, que possam ter um impacto direto e/ou indireto sobre o estuário, bem como a Bacia Hidrográfica na qual está inserido, também foram caracterizadas. Além disto, características da sua foz – confluência da Bacia do Pina com a Bacia Portuária (região do Porto de Recife) – também serão discutidas, por contribuir com contaminantes para este estuário.

4.1.1. Bacia hidrográfica do Rio Capibaribe

O Rio Capibaribe nasce na serra do Jacarará, na divisão dos municípios de Jataúba e Poção, percorrendo cerca de 250 km até sua foz, passando por 43 cidades, e levando consigo a maior parte dos dejetos dos produtos produzidos pela população local (MONTEIRO et al., 2011). A Bacia hidrográfica do Rio Capibaribe possui uma área de drenagem de 7.557,41 km² e está totalmente inserida no Estado de Pernambuco, entre as coordenadas 07°41'20" e 08°19'30" de latitude sul, e 34°51'00" e 36°41'58" de longitude oeste (BIONE et al., 2009). Esta bacia abriga uma população de 1.328.361 habitantes, com a maioria (cerca 1.041.734 habitantes) concentrada em zonas urbanas (CPRH, 2008). Entretanto, dos municípios inseridos na Bacia do Capibaribe, apenas 7 possuem esgotamento sanitário, o que indica que os 36 municípios restantes despejam parcialmente ou totalmente seus esgotos em estado bruto no Rio Capibaribe ou em algum afluente deste rio. Parte do solo ainda é constituída por resquícios de Mata Atlântica e Manguezal, mas parte é destinada principalmente para o cultivo de cana de açúcar e policultura, além da ocupação urbana e industrial. As principais atividades industriais nesta bacia são: indústrias alimentícias, minerais não-metálicos, têxtil, metalúrgica, química, sucroalcooleira, couros, matéria plástica, produtos farmacêutico-veterinários, perfumes/sabões/velas, bebidas, mecânica, material elétrico/comunicação, material de transporte e madeira (CPRH, 2008). O principal uso oficial destas águas é o abastecimento público, porém este corpo recebe efluentes domésticos, industriais e agroindustriais. Dentre as principais cidades localizadas na Bacia Hidrográfica do

Capibaribe, as que mais contribuem para a poluição do Estuário são: São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife.

4.1.2. São Lourenço da Mata

O município de São Lourenço possui uma população de 99.945 habitantes com uma área de 264,346 km² (IBGE, 2009) e, de acordo com o IBGE (2000), a cobertura de sistemas de esgotamento sanitário atingia 30,1% da população. Entretanto, atualmente esta cobertura atinge 100% da população (comunicação pessoal de Elza Souza – COMPESA, 2011), através do tratamento com lagoa aerada (Bione et al., (2009). Entretanto, dados sobre a eficiência deste tratamento não foram fornecidos. A economia formal do município é composta pelos setores de comércio, serviços de pequenas e médias empresas, e da administração pública, mas a principal atividade econômica da cidade é a agroindústria (PREFEITURA DE SÃO LOURENÇO DA MATA, 2011).

4.1.3. Camaragibe

O município de Camaragibe, por onde passa o Rio Capibaribe, abrange uma área de 55,083 km² e possui uma população estimada em 144.506 habitantes segundo o censo do IBGE (2010). O sistema de esgotamento sanitário deste município está desativado (comunicação pessoal de Elza Souza– Novembro, 2011). As principais atividades econômicas são comércio, reparação de veículos, objetos pessoais e domésticos, construção e indústria de transformação (IBGE, 2000; PREFEITURA DE CAMARAGIBE, 2011).

4.1.4. Recife

A cidade do Recife compreende uma área de 2.768,454 km² e possui uma população estimada em 1.561.659 habitantes (IBGE, 2009). Apenas 42,9% dos domicílios estão ligados à rede geral de esgotamento sanitário (SECRETARIA DE SANEAMENTO DO RECIFE, 2008). As atividades comerciais junto com a prestação de serviços correspondem a 95% de todo o valor da riqueza gerada. Entre estas atividades, se destacam shoppings e grandes supermercados, atividades médicas,

serviços de informática, engenharia, consultoria empresarial, ensino e pesquisa e turismo (PREFEITURA DO RECIFE, 2011).

4.1.5. Estuário do Rio Capibaribe

O Estuário do Rio Capibaribe fica localizado inteiramente na zona urbana da cidade do Recife (Figura 2) e possui uma extensão de aproximadamente 15 km a contar da sua foz (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991; NETO, 2008). A salinidade varia de 0,14 na parte mais interna do estuário, tanto na baixa-mar como na preamar, em coletas feitas no fundo, a 33,92 na foz, durante a preamar, no fundo (MEDEIROS, 2007). Travassos (1991) e Travassos et al. (1991) encontraram salinidade variando de 0,05, na superfície na baixa-mar, a 36, em coletas no fundo na preamar. Segundo estudos deste mesmo autor, a coluna d'água foi bem estratificada durante a preamar, havendo uma maior concentração no fundo do que na camada superficial. No período seco, os valores de salinidade são maiores, devido à maior taxa de evaporação (NETO, 2008). Entretanto, as taxas de salinidade nesse estuário variam de condições limnéticas a eualinas (TEIXEIRA, 2007).

4.1.6. Bacia do Pina

A Bacia do Pina é delimitada a partir do Porto de Recife ($8^{\circ}04'03''S$ e $34^{\circ}52'16''W$) em plena zona urbana da cidade do Recife (Figura 2). Esta Bacia é separada do Oceano Atlântico por meio de um dique natural, o qual impede o contato direto de suas águas com o mesmo. Do ponto de vista hidrográfico, é um ambiente bastante dinâmico, sendo formada pela confluência dos rios Tejipió, Jordão, Jiquiá, Pina e pelo braço sul do Capibaribe. A Bacia do Pina possui uma extensão de aproximadamente 3,6 km e larguras variáveis, sendo a mínima de 0,26 km, e a máxima de 0,86 km, totalizando uma área de aproximadamente $2,02 \text{ km}^2$. Nesta bacia estuarina, as marés são do tipo semi-diurno e sua altura máxima, tendo o Porto do Recife como referência, nas marés de sizígias, pode atingir 2,70 m na preamar e mínima de -0,20 m na baixa-mar, expondo, portanto, uma amplitude máxima da ordem de 2,90 m (ARAUJO; PIRES, 1998). A área exibe um enorme potencial biológico possuindo um papel de muita importância sócio-econômica, principalmente para a população

ribeirinha de baixa renda, pois coletam moluscos, peixes e crustáceos para o seu próprio sustento, o que representa uma excelente fonte de proteínas de alto teor nutritivo (FEITOSA, 1988; ARAUJO; PIRES, 1998). Entretanto, os rios que a formam, por atravessarem áreas densamente povoadas, recebem grande aporte de poluição proveniente de efluentes industriais e domésticos e conferem à região, uma condição degradada (VITÓRIO e tal., 2010).

Nesta região está localizado o Sistema de Esgotamento Sanitário Cabanga, que é formado por uma rede coletora com 214 km de extensão, 17 estações elevatórias e uma Estação de Tratamento (ETE) que abrange uma área de aproximadamente 1.718 hectares. Atualmente, a estação atende cerca de 176.670 habitantes. Esse sistema de Tratamento é o principal responsável pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários gerados na cidade de Recife, com capacidade de tratamento de 925 L s^{-1} (COMPESA, 2008). Esta ETE realiza apenas o tratamento primário, através de decantadores e biodigestores, o que resulta numa eficiência entre 25 a 40%, averiguada através da análise de DBO (COMPESA, 2008; comunicação pessoal de Edyjane Ramos – COMPESA, 2011). O efluente tratado nesta ETE é lançado no Rio Jiquiá, que acaba sendo carregado para a Bacia do Pina. Nas proximidades desta ETE funciona uma marina (Cabanga Iate Clube) que está em funcionamento desde 02 de Abril de 1947 e recebe, em média, 200 barcos e veleiros por dia. Em visita à esta marina (Maio, 2011), foi informado que os efluentes gerados dentro da mesma são tratados de acordo com os procedimentos da vigilância sanitária. Entretanto, nenhum documento comprovando ou planilha de dados com estes informes nos foi mostrado e/ou fornecido..

4.1.7. Bacia Portuária – Porto de Recife

A Bacia Portuária é formada pela confluência do Capibaribe e Bacia do Pina, como pode ser visto na Figura 2. Nesta área está localizado o Porto do Recife, em operação comercial desde 12 de setembro de 1918, com um constante tráfego de embarcações (PORTO DO RECIFE, 2011). Existem dois canais de acesso ao Porto, ambos com características naturais. O principal deles, Canal Sul, possui aproximadamente 260m de largura e 3,4 km de extensão, com profundidade de 10,5m. O outro, denominado Canal Norte, é mais estreito, cerca de 1 km de comprimento, e

profundidade de 6,5m, sendo utilizado apenas por embarcações de pequeno porte (PORTO DO RECIFE, 2011).



Figura 2. Área de estudo que compreende o estuário do Rio Capibaribe desde o Parque da Jaqueira até sua foz na confluência da Bacia do Pina e da Bacia Portuária.

Fonte: Google Earth, Janeiro/2007

4.2. Coleta de dados e levantamento bibliográfico

Foi realizada uma pesquisa sobre as diversas atividades industriais desenvolvidas nas proximidades do Estuário do Capibaribe. Estas informações foram obtidas diretamente no CPRH em visitas nos dias 03 e 12 de maio de 2011. Nestas ocasiões, a CPRH forneceu uma lista completa das indústrias cadastradas nas cidades de São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife. Entretanto, apenas as indústrias localizadas até 3,6 km de distância do Rio Capibaribe foram consideradas para este estudo. Esta distância foi escolhida porque a maioria das indústrias (mais de 90%) inseridas na Bacia do Capibaribe estão localizadas dentro desta faixa e também acredita-se que os efluentes lançados à esta distância, apesar dos processos de diluição e/ou dispersão, ainda são potencialmente capazes de contribuir com contaminantes para as águas do Rio Capibaribe. A distância de cada indústria foi determinada com o auxílio do programa Google Earth.

Foi realizado também um levantamento bibliográfico sobre a qualidade ambiental no Estuário do Capibaribe e regiões adjacentes, através de estudos publicados em forma de monografias, dissertações, teses, relatórios técnicos e até mesmo artigos científicos nas seguintes bases de dados: WEB OF SCIENCE, SCOPUS, SCIELO. As regiões adjacentes escolhidas foram Bacia do Pina e Bacia Portuária por se tratarem de áreas impactadas que potencialmente contribuem para a contaminação do Estuário do Capibaribe.

Foi feita uma pesquisa sobre coleta, tipo de tratamento, volume de esgotos tratados e a eficiência deste tratamento realizado na Estação de Tratamento de Esgotos do Cabanga – ETE do Cabanga. Estas informações foram obtidas diretamente na ETE, durante uma visita no dia 13 de maio de 2011 e em visitas / contatos com funcionários da COMPESA.

Além disto, foi realizado um levantamento da quantidade e posicionamento das saídas de esgotos e saídas de águas pluvias localizadas na região estuarina do Rio Capibaribe. A área coberta nesta pesquisa foi o trecho que compreende o Parque da Jaqueira até a foz do Rio, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária. A localização exata de cada galeria (esgotos ou águas pluviais) foi determinada com o auxílio de um GPS (Garmin – GPSMAP 60 CSx). Uma máquina fotográfica digital

(Nikon, 7 megapixel) foi utilizada para o registro das galerias e dos diversos tipos de poluentes presentes no curso do rio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estudos Realizados

Grande parte do esgoto doméstico bruto produzido na Bacia do Rio Capibaribe vem sendo lançada sem tratamento, tanto no Rio Capibaribe como nos seus afluentes, o que reforça a necessidade de esgotamento sanitário nas cidades por onde passa. Além disto, é preminente a necessidade de haver um melhoramento da eficiência dos sistemas de esgoto em operação como a ativação dos sistemas não operantes. Estas informações foram observadas, a partir de dados obtidos dos órgãos gestores dos recursos hídricos no estado de Pernambuco – CPRH e COMPESA (BIONE et al., 2009).

Vários estudos visando investigar ou mesmo quantificar a presença dos contaminantes têm sido realizados na região do Estuário do Rio Capibaribe, principalmente no final do século XX (década de 90) e início do século XXI (2000 até o presente). Uma síntese dos resultados mais importantes serão apresentados a seguir. Vários autores, estudando a região com diferentes abordagens, concluíram que o estuário do Rio Capibaribe é caracterizado como uma região altamente eutrófica (TRAVASSOS, 1991; TRAVASSOS; MACEDO; KOENING, 1991; PASSAVANTE, 2003; ANJOS, 2007 SANTOS et al., 2009; NORIEGA, 2010; SANTIAGO et al., 2010).

Em 1991, Travassos reportou elevadas concentrações de nutrientes e atribuiu como principais causas a drenagem terrestre e a poluição orgânica. Além disto, verificou que as concentrações de clorofila-a foram bastante elevadas (0,65 a 297,02 mg m⁻³), se comparadas com dados de outros estuários do estado de Pernambuco e com os limites aceitáveis para águas classes 1 (10 µg/L) e 2 (30 µg/L) do CONAMA 357/05, principalmente no período seco. Em contraste, no período chuvoso, o mesmo autor verificou uma inibição da biomassa do fitoplâncton e atribuiu este fato à redução da luz na coluna d'água, que acontece em decorrência da elevada carga de material em suspensão no ambiente. Apesar da freqüente descarga de efluentes industriais e

domésticos que desequilibram o ecossistema, Travassos (1991) também verificou que as correntes de marés propiciam uma renovação dos parâmetros químicos e biológicos enfatizados em seu trabalho, indicando assim que o estuário do Rio Capibaribe tem um alto poder de autodepuração. Santos et al. (2009) também obteve conclusões parecidas quando verificou que as taxas de clorofila-a variaram entre 7,63 e 187,37 mg m⁻³ durante a maré vazante e entre 15,60 e 211,15 mg m⁻³ durante a maré enchente, demonstrando que essa região se apresenta hipereutrofizada, em razão da ação antrópica.

O uso de indicadores químicos, tais como alcalinidade, dureza, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nutrientes, entre outros, também revelou o comprometimento da qualidade das águas do Estuário do Capibaribe, e estes índices relacionaram a baixa qualidade com a presença das atividades humanas, através da introdução de efluentes urbanos e processos de lixiviação de solos contaminados (SILVA, 2003; MEDEIROS, 2007; TEIXEIRA, 2007; NETO, 2008; CPRH, 2008; NORIEGA, 2010).

Silva (2003) avaliou a qualidade da água estuarina do Rio Capibaribe com os dados de OD, DBO e coliformes termotolerantes, obtidos no monitoramento do CPRH entre 1996 e 2002. Ainda segundo a autora, verificou-se que as águas se encontram bastante comprometidas pela descarga de efluentes industriais e esgotos domésticos. Estes resultados, comparados com as normas do Conselho Nacional de Meio Ambiente (resolução CONAMA 20/86), mostra que este rio apresenta padrões para águas doces, Classe 4, cujas águas seriam limitadas à navegação, contexto paisagísticos e usos menos exigentes. Segundo a classificação da CPRH, o Rio Capibaribe é um rio classe 2, que permitiria o abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, recreação de contato primário, dentre outros usos. Portanto, este estudo mostra o quanto a qualidade das águas está aquém do desejado. Considerando fatores relativos às questões humanas e físicas da área tais como rede de saneamento, cobertura vegetal, favelas, descarga de efluentes, área de cobertura por lamas e lodo, este mesmo autor declara que o Rio Capibaribe apresenta uma vulnerabilidade média a alta e necessita de ações de recuperação. Resultados similares aos de Silva (2003) também são apresentados no monitoramento mais recente da CPRH, realizado em 2008, onde 72% dos valores encontrados ficaram abaixo do limite para a classe 2 (5 mg/L) para o parâmetro O.D., das águas doces, indicado na resolução do CONAMA 357/05.

Os índices de alcalinidade e dureza também foram utilizados em alguns estudos para avaliar a qualidade das águas do Rio Capibaribe. Os valores de pH mantiveram-se sempre alcalinos durante o período de preamar e baixamar com valores oscilando entre 7,01 e 8,19. (TEIXEIRA, 2007; MEDEIROS, 2007; NETO, 2008). Os valores de dureza variaram de 120 mg L⁻¹ até 6.201 mg L⁻¹ e revelam que 66% das 47 amostras de águas são classificadas como muito duras, 21,2% como águas duras e 12,8% como águas de dureza moderada. Estes altos valores de dureza e alcalinidade à montante do estuário, na baixa-mar, são resultantes dos processos de lixiviação, que acarretam um aumento da carga de cálcio e magnésio. Além disto, estes resultados também sugerem que a região sofre desmatamentos e outros processos que favorecem a erosão (TEIXEIRA, 2007). As concentrações de OD também foram analisadas no ano de 2006 por Teixeira (2007) que encontrou variações entre condições de supersaturação (200,18% de saturação) e anoxia (0% de saturação), o que o autor atribuiu às atividades humanas ao longo da bacia hidrográfica do Rio Capibaribe. Ainda segundo o autor, na maior parte do estuário foram encontradas amostras com baixos valores de OD, sendo 52,2% das amostras típicas de zonas poluídas, e 26,1% das amostras de zonas semi-poluídas. Estes resultados mostram que a maior parte dessa região sofre com a escassez de OD e apenas uma pequena parcela das amostras (15,2%) apresentaram uma baixa saturação e 6,5% das amostras apresentaram concentrações de OD típicas de zonas saturadas (TEIXEIRA, 2007; MEDEIROS, 2007; NETO, 2008). Estes mesmos autores reportaram que o material particulado em suspensão variou de 18,83 mg L⁻¹ a 170,5 mg L⁻¹, e refletem a elevada carga de poluição que este estuário recebe. Silva (2004) também reportou que as águas da região estuarina do Capibaribe estavam comprometidas quanto aos valores de OD.

No mesmo ano, Medeiros (2007) registrou altas concentrações de nutrientes como o Nitrogênio Total, que teve sua maior concentração na superfície (440,132 µmol L⁻¹), no período chuvoso. No fundo, a maior concentração foi na faixa de 300 µmol L⁻¹, tanto no período seco como no período chuvoso. A análise de Nitrogênio Orgânico Dissolvido teve o maior valor (439,352 µmol L⁻¹) no período chuvoso e no período seco as maiores concentrações ficaram na faixa de 300 µmol L⁻¹; Nitrato com valores máximos no período chuvoso (54,55 µmol L⁻¹) e os mais baixos no período seco (0,15 µmol L⁻¹); Amônia teve altos valores na superfície (6,544 µmol L⁻¹) e fundo (5,005 µmol L⁻¹) no período chuvoso, e Nitrito com maiores concentrações na superfície (14,3

$\mu\text{mol L}^{-1}$) no período chuvoso e $11,48 \mu\text{mol L}^{-1}$ no período seco no fundo. Segundo este autor, essa grande quantidade de nutrientes ocorreu devido a falta de saneamento nas áreas urbanas localizadas na Bacia hidrográfica. O autor afirma ainda que a oscilação dos valores ocorreu devido aos processos de depuração e diluição do Rio Capibaribe.

Segundo Neto (2008), o Estuário do Rio Capibaribe apresentou altas concentrações de fósforo total ($2,07$ a $40,32 \mu\text{mol L}^{-1}$), fosfato ($0,82$ a $20,38 \mu\text{mol L}^{-1}$) e fósforo orgânico ($0,24$ a $19,94 \mu\text{mol L}^{-1}$) que, junto com o aumento da camada fótica na época seca, promovem um desequilíbrio ecológico e um alto desenvolvimento dos produtores primários. Neste mesmo estudo o pH ($7,01$ a $8,65$) se mostrou maior no período seco com uma menor influência das águas fluviais e mais baixa no período chuvoso, na baixa-mar.

Noriega (2010) analisou clorofila-a associada ao nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e fósforo inorgânico dissolvido (PID), além da saturação do oxigênio dissolvido, no Estuário do Capibaribe, em 2007, através do Índice de estado trófico TRIX. Este índice verifica o estado trófico da área conjugando os parâmetros diretamente relacionados com a produtividade. O autor encontrou concentrações destes parâmetros acima dos limites considerados normais para áreas estuarinas não poluídas: mostrando assim que a região está eutrofizada. Os autores Neto (2008) e Noriega (2010) mostraram que a alta carga de N e P encontradas no estuário do Recife, são oriundas principalmente dos aportes de origem urbana, pecuária, águas residuais, escoamento de águas pluviais urbanas, além de outras atividades, como a agricultura, principalmente do cultivo de cana-de-açúcar. Estes trabalhos demonstraram que nos períodos de maiores concentrações de matéria orgânica de origem antrópica também ocorre um aumento do estado trófico desta região.

O CPRH realiza um monitoramento bimestral da qualidade da água da Bacia do Rio Capibaribe. No monitoramento mais recente, realizado no ano de 2008, foram estudados dez pontos ao longo da Bacia do Capibaribe. Entre estes, três estão localizados na área de abrangência do nosso estudo e são eles: ponto CB-72, localizado à jusante da cidade de São Lourenço da Mata; ponto CB-80, localizado próximo à Av. Caxangá; ponto CB-95, próximo à ponte da rua Eng^o Abdias de Carvalho, na Ilha do Retiro. As tabelas respectivas à cada ponto estão nos anexos I, II e III. Os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para os rios classe 2. O padrão de qualidade do ponto CB-72 variou de poluído (P) à muito

poluído (MP). Os parâmetros que mais contribuíram para este resultado foram oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes e ferro total. O ferro total, em 100% das amostras, ficou fora do padrão estabelecido pela resolução CONAMA 357/05, e o fósforo apresentou, em 5 das 6 amostras coletadas, concentrações acima do limite permitido. O parâmetro cor ficou fora do padrão apenas na estação chuvosa (entre abril e agosto) e a DBO esteve em desacordo em 3 das 6 amostras analisadas. O ponto CB-80 (próximo à Av. Caxangá) foi o que apresentou melhor qualidade entre os três estudados. Entretanto, a qualidade ainda é baixa e é classificado, segundo os resultados das análises realizadas, como poluído durante o ano todo. Os teores de coliformes termotolerantes foram analisados em apenas quatro campanhas durante o ano de 2008, mas todas apresentaram não-conformidade com a resolução CONAMA 357/05. Os resultados encontrados para os parâmetros fósforo e cor foram similares aos encontrados no ponto CB-72: as concentrações de fósforo também foram superiores ao limite máximo estabelecido em 5 das 6 coletas realizadas, sendo que apenas no mês de abril esta concentração estava dentro dos aceitável e a cor foi superior ao limite entre os meses abril e agosto. Entre os 3 locais monitorados, a qualidade das águas do ponto CB-95 foi a menor, sendo muito poluído (MP) em 5 das 6 campanhas realizadas. Os resultados para coliformes termotolerantes encontrados nos outros dois pontos se repetiu neste terceiro, sendo analisados apenas 4 coletas, mas todas com valores altos de coliformes. Quanto ao fósforo, 80% das amostras apresentaram concentrações superiores ao aceitável e o OD foi insatisfatório em 4, das 6 amostras analisadas. Entretanto, neste ponto, destaca-se as concentrações de amônia, superiores ao máximo proposto pela resolução, em 4 das 5 amostras analisadas, o que provavelmente contribuiu muito para a classificação de MP neste ponto. Ainda neste local, durante o período chuvoso, a DBO apresentaram não-conformidade com os limites vigentes para classe 2. Os resultados de coliformes termotolerantes, amônia e fósforo são indicativos do lançamento de esgotos domésticos no trecho do rio estudado (CPRH, 2008). Este estudo também aponta que a condição da região varia de eutrófica a hipereutrófica, e conclui que a qualidade da água no estuário do rio Capibaribe se encontra bastante comprometida.

Valença (2009) testou a qualidade ambiental desta área pelo índice AMBI (Índice Biótico Marinho). O AMBI é uma ferramenta que avalia a resposta das comunidades biológicas às mudanças antrópicas e naturais da qualidade da água. Este estudo demonstrou que o estuário do Rio Capibaribe está fortemente poluído com um

nível de distúrbio de 5,236 numa escala de 0 a 7, onde quanto mais próximo de 7 mais poluído está o ambiente. O que contribui para a evidência de tal poluição é a grande proporção dos táxons Oligochaeta e Nematoda, que apresentam uma grande tolerância a poluição. Outro estudo (PARANAGUÁ et al., 2005) no estuário do Rio Capibaribe registrou a presença de uma comunidade zooplânctônica com dominância de poucas espécies de cladoceros com reduzidas dimensões, que indicam que foram adaptadas às condições degradantes. Silva et al. (1996) registrou nessa área uma diversidade específica alta, devido à presença de espécies Rotífera, bem adaptadas a estuários com poluição orgânica. Farrapeira (2006) identificou as seguintes espécies de cirrípedes, na Bacia do Pina, no estuário do Rio Capibaribe e regiões adjacentes: *Euraphia rhizophorae*, *Chthamalus bisinuatus*, *C. proteus*, *Tetraclita stalactifera*, *Amphibalanus amphitrite*, *A. eburneus*, *A. improvisus* e *A. venustus*. Estas espécies são tolerantes as fontes de poluição típicas de um estuário urbano.

A presença de esgotos domésticos também foi constatada pelos altos níveis de coliformes fecais na região da Bacia do Pina (FEITOSA, 1988). Barros et al. (2009) analisou coliformes totais e termotolerantes nos bivalves *Anomalocardia brasiliiana*, e demonstrou que esta espécie pode ser considerada como bioindicador de poluição ambiental. Farrapeira et al. (2010) corrobora com estes resultados demonstrando uma alta carga de coliformes tolerantes no tecido mole da craca *Amphibalanus amphitrite* na Bacia do Pina. Um outro estudo com enfoque no zooplâncton (grupos Copepoda, Cirripédia e Polychaeta), registrou uma diversidade específica baixa dos organismos estudados, evidenciando processos seletivos na Bacia do Pina (ESKINAZI-SANT'ANNA; TUNDISI, 1996). Entre os processos seletivos estão as correntes de marés, condições climáticas além de outros fatores bióticos e abióticos. Estes fatores estão intimamente ligados ao grande impacto ambiental que a região sofre, principalmente por receber despejos de efluentes domésticos e industriais. Além disto, estes efluentes apresentam um alto risco para a qualidade de suas águas e de sua biota, que servem como fonte de subsistência para inúmeras famílias (ESKINAZI-SANT'ANNA; TUNDISI, 1996). Alguns estudos na área verificaram que os sedimentos superficiais e materiais sedimentados no Parque dos manguezais apresentaram em sua maioria concentrações de cromo, manganês e zinco acima dos valores obtidos de "background" (Conselho Canadense do Ministério de Meio Ambiente), indicando contaminação na área de estudo. Nesta mesma ocasião, observou-se também que as

concentrações de ferro e manganês registradas nos moluscos estavam acima dos valores máximos de consumo recomendados pela literatura internacional (Environmental Protection Agency (EPA) para Manganês e World Health Organization (WHO) para Ferro), podendo em longo prazo causar danos à saúde humana, com o consumo destes animais (SILVA; MACEDO; BRAYNER, 2010). No estuário do Rio Capibaribe, Silva (2004) também encontrou, nos sedimentos, níveis dos metais cromo, ferro, manganês e zinco, muito acima dos valores considerados “background” (níveis normalmente encontrados). Além destes, também encontrou a presença dos metais cobre e cádmio, indicando uma provável contaminação por estes elementos. Silva et al. (1994), no Estuário do Rio Capibaribe, registraram, na água, algumas espécies eurialinas de origem limnética, principalmente de Rotíferos, que são indicadoras de poluição orgânica e bem adaptadas ao ambiente. Na região do parque dos manguezais Silva et al. (2010) também registraram a presença de grupos de espécies de origem limnética, bem adaptadas às condições de poluição orgânica. Nesse estudo a espécie *Anamalocardia brasiliiana* acumulou altas concentrações de Ferro que variou de 28,5 mg kg⁻¹ no período seco para 23 mg kg⁻¹ no período chuvoso; manganês que oscilou de 15,6 mg kg⁻¹ no período seco à 3,1 mg kg⁻¹ no período chuvoso; e o alumínio que oscilou entre 14,2 mg kg⁻¹ no período seco à 35 mg kg⁻¹ no período chuvoso. A espécie *Mytella charruana* também acumulou altas concentrações de ferro que variou de 54,1 mg kg⁻¹ no período seco para 81 mg kg⁻¹ no período chuvoso; manganês entre 5,2 mg kg⁻¹ no período seco à 3,3 mg kg⁻¹ no período chuvoso; e alumínio que variou entre 56,8 mg kg⁻¹ no período seco para 207 mg kg⁻¹ no período chuvoso.

Esta contaminação da região próxima ao Estuário do Rio Capibaribe também tem sido reportada no estudo de Castro et al. (2007), que avaliou os níveis de imposex (formação de órgão sexuais masculinos em fêmeas, pela toxicidade dos compostos orgânicos tributilestanho (TBT) e o trifenilestanho (TPT), que são encontrados em tintas antiincrustantes em navios) no Porto de Recife no ano de 2004. Seus resultados demonstram que a poluição por organoestênicos está presente em grande parte da região, uma vez que dos 30 indivíduos analisados, 100% apresentaram imposex. Outro estudo (SERICANO et al., 1995) usando bivalves como sentinela, avaliou a contaminação por DDT Total e PCB ao longo da costa da América Latina e Golfo do México, em 76 locais, incluindo 20 países. A região costeira de Recife ficou classificada em 18º lugar com grandes quantidades de DDTs (280 ng g⁻¹). Com relação aos PCBs

Recife ficou em 3º lugar, com 280 ng g⁻¹. Com estes resultados, Recife foi classificado como um dos locais mais contaminados do continente. Altas concentrações de PCBs e DDTs são geralmente associados com áreas industrializadas e grandes centros urbanos.

A partir destes estudos podemos concluir que essa região é um grande passivo ambiental por sofrer a ação da carga poluidora que vem sendo carreada por todo o Rio Capibaribe até chegar ao seu estuário. Por isto torna-se de fundamental importância a realização de estudos de avaliação ambiental com os principais contaminantes deste estuário.

5.2. Indústrias Localizadas à beira do Rio Capibaribe

O CPRH disponibilizou um cadastro com as indústrias das principais cidades localizadas na Bacia do Capibaribe. A partir desta lista foram selecionadas as indústrias que distam até 3,6 km do Rio Capibaribe (Tabela 1), perfazendo um total de 65. A Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas destas indústrias selecionadas, bem como a distância que as separam do rio. Com este critério, verificou-se que 69% (46 indústrias) distam, do Rio Capibaribe, menos de 1000m, e 42% (28 indústrias) distam menos de 500m. Esta proximidade do Rio Capibaribe sugere que existe uma grande probabilidade destes efluentes chegarem ao rio com baixa taxa de dispersão e/ou diluição.

As indústrias selecionadas também foram agrupadas de acordo com a tipologia e seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007), e estão apresentadas na Tabela 2. Nesta tabela observa-se que apenas 12,3% das indústrias têm um pequeno potencial de poluição (PP), as de médio PP representam a maioria (47,7%), enquanto que as de alto PP correspondem aos 40,0% restantes. Entre as que possuem um alto PP, é a indústria química que predomina, com 16, entre 26, de alto PP (61,5%) (Tabela 2). Um outro dado interessante é que, dentre as 65 indústrias selecionadas para este estudo, 51 (78,4%) estão localizadas no município de Recife. Dentre estas, 21 são de alto PP, o que significa que, dentre os 40% das de alto PP na região estudada (Recife, Camaragibe e São Lourenço da Mata), a cidade de Recife, sozinha, contribue com 32,3% destas indústrias.

Tabela 1: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende Recife à São Lourenço da Mata: Coordenadas Geográficas e suas respectivas distâncias em relação ao rio.

Nome da indústria	Distância	Latitude	Longitude
	(metros)	(S)	(O)
Portela Indústria Ltda	323	8°4'27,4"	34°53'17,6"
Ibab Indústria Brasileira de Artefatos de Borracha Ltda EPP (Empresa de peq. porte)	141	8°0'12,7"	35° 1'17,2"
Canarinha Indústria de Plásticos Ltda - bolas canarinha	1.472	8°4'17,7"	34°55'12,2"
Teccel Indústria e Comércio Ltda	1.224	8°3'1,4"	34°53'32,8"
Empresa de Termoplásticos do Nordeste Eteno Ltda	286	8°2'44,8"	34°52'34,4"
Tramontina Delta S/A	753	8°2'38,4"	34°57'15,4"
Tanplast Ltda - ME	2.365	8°0'1,1"	34°56'19,2"
Tecnoplast Indústria e Comércio Ltda.	183	8°1'56,1"	34°57'33,6"
Koblitz S/A	612	8°4'1,5"	34°55'25,9"
Bxr Indústria, Comércio e Serviços Ltda – ME	1.403	8°4'21,3"	34°58'54,7"
Bessa & Filho Ltda - ortopedia recife	1.893	8°2'8,7"	34°53'19,9"
TMED. Tecnologia Médica S/A	519	8°2'11,7"	34°54'3,8"
Indústria e Comércio Mongraf Ltda	622	8°3'33,9"	34°53'11,3"
Justino Manutenção Mecânica e Hidráulica Ltda	2.070	8°1'26,4"	34°58'53,9"
Tron Controles Elétricos Ltda	779	8°4'1,9"	34°59'10,3"
Maxrelé Automação Ltda	780	8°4'1,9"	34°59'10,3"
Art Bruta Ltda – ME	310	8°1'53,7"	34°57'10,1"
Concretisa Indústria de Pré-moldados Ltda	502	8°0'42,8"	34°57'53,3"
Concreto Redimix Potyguar Ltda	3.423	7°59'57,1"	34°57'54,2"
Cerâmica Camaragibe Ltda.	2.215	8°1'0,3"	34°59'48,1"
Cerâmica Moraes Ltda	142	8°0'5,5"	35° 1'43,9"
Cerâmica São Judas Tadeu Ltda	143	8°0'6,4"	35° 1'17,8"
Indústria e Comercio Lajeiro Gesso Ltda EPP	935	8°2'14,6"	34°57'24,0"
Afasa - Armando da Fonte Agropastoril Ltda.	469	8°4'20,6"	34°53'0,3"
Construtora Andrade Guedes Ltda	801	8°2'17,5"	34°57'7,7"
Construtora Queiroz Galvão S/A	906	8°0'49,3"	34°56'20,8"
Agroeste Carnes e Defumados Ltda.	1.601	7°59'13,1"	35° 2'15,3"
Evalis do Brasil Nutrição Animal Ltda	350	7°59'51,2"	35° 2'40,6"
Npap Alimentos Ltda	228	8°3'21,2"	34°52'17,2"
São Mateus Frigorífico Industrial Ltda.	168	8°4'5,7"	34°52'35,5"
Alimentos Folia Ltda – ME	2.159	8°2'15,2"	34°53'7,0"
Primo Schincariol Indústria de Cerveja e Refrigerantes do Nordeste Ltda	478	8°3'15,4"	34°52'52,5"
Ordep Fabril Nordeste Ltda.	2.872	7°59'58,5"	34°55'24,6"
Bunge Alimentos S/A	375	8°3'28,6"	34°52'13,3"
Masterboi Ltda.	315	8°4'39,0"	34°54'28,4"
Bella Batata Indústria e Comércio Ltda	69	8°4'25,4"	34°54'50,4"
Moinho Limoeiro Ltda – ME	177	8°4'33,2"	34°54'53,6"
Cartago Indústria, Comércio, Importação e Exportação Ltda	878	8°1'44,9"	34°54'32,0"
Wollk Elevadores Ltda.	1.093	8°2'48,0"	34°55'59,0"
Jdn fundição Indústria & Comércio Ltda	134	8°0'12,7"	35° 1'17,2"

S. Adolfo chaves – ME	159	7°59'53,4"	35° 2'22,9"
Sirga Engenharia e Controle de Qualidade Ltda.	336	8°1'33,9"	34°57'24,6"
Miguel Medeiros Indústria e Comercio Ltda – ME	696	8°2'3,1"	34°56'23,1"
Prevenção Industrial Ltda	234	8°4'40,2"	34°54'0,5"
Metalshop Indústria e Comércio Ltda.	357	8°1'33,0"	34°57'24,2"
L. Priori Empreendimentos Ltda	73	8°3'44,4"	34°54'37,4"
Metalpil Metalúrgica de Peças Industriais Ltda	74	8°0'1,3"	35° 2'18,8"
Norcola Indústrias Ltda	613	8°1'44,7"	35° 0'11,1"
Coremal - Comércio e Representações Maia Ltda	1.562	8°0'27,8"	34°56'15,0"
Gradar Produtos Farmacêuticos Ltda.	437	8°3'42,6"	34°53'15,4"
Campo Total Comércio de Produtos Agrícolas Ltda	107	8°1'54,1"	34°57'21,1"
Natusense Indústria e Comércio Ltda	567	8°2'1,7"	34°57'5,5"
Colamid do Brasil Ltda.	1.139	8°3'25,1"	34°55'54,0"
Neupel S/A - Indústria e Comércio	799	8°2'58,5"	34°55'20,6"
Codossal Química Ltda.	141	8°4'18,6"	34°54'37,5"
Martins e Silva Química – ME	256	8°4'37,5"	34°54'26,4"
Ralquímica Indústria, Comércio e Distribuição Ltda.	1.101	8°2'15,2"	34°56'31,1"
Instituto Nacional de Tecnologia - Nordeste/MCT	1.171	8°3'23,3"	34°57'24,1"
Vpo Indústria e Comércio de Perfumaria Ltda – ME	1.316	8°3'15,4"	34°55'24,2"
Norscent Fragrâncias e Aromas S/A	8	8°4'18,9"	34°54'28,6"
Limp Indústria e Comércio Ltda – ME	563	8°1'41,7"	34°55'25,8"
R. Maciel e S. Couto - Produtos Farmacêuticos Ltda – ME	574	8°2'43,2"	34°53'51,9"
Farmácia Companhia das Fórmulas Ltda	297	8°3'44,3"	34°53'8,4"
C.C.S. Gráfica e Editora, Comércio e Representação Ltda – ME	3.586	8°0'59,1"	34°58'14,9"
Raio x Gráfica & Editora Ltda	928	8°2'17,8"	34°57'4,3"

Fonte: Lista de Indústrias fornecidas pelo CPRH, em 2011.

Tabela 2: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende Recife à São Lourenço da Mata, agrupadas de acordo com a tipologia e seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).

Tipologia	Potencial de Poluição (PP)	N ^o
Indústria de Borracha	Pequeno	2
Indústria de Produtos de Matéria Plástica	Pequeno	6
Indústria Mecânica	Médio	6
Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de	Médio	2
Indústria Têxtil, de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos	Médio	1
Indústria de Produtos Minerais Não Metálicos	Médio	9
Indústria de Produtos Alimentares e Bebidas	Médio	12
Indústria de Material de Transporte	Médio	1
Indústria Metalúrgica	Alto	8
Indústria Química	Alto	16
Indústria de Papel e Celulose.	Alto	2
Total		65

Fonte: Lista de Indústrias fornecidas pelo CPRH, em 2011.

O balanço desta distribuição em cada município resulta em: na cidade do Recife, 21 indústrias são de alto PP, o que perfaz um total de 41,1%, seguidos de 45,1% (23 indústrias) de médio PP e 7 indústrias (13,7%) de baixo PP. Em Camaragibe, 4 (66,7%) indústrias são de médio impacto e 2 (33,3%) são de alto PP. Em São Lourenço da Mata existem 5 (62,5%) indústrias de médio PP, 1 (12,5%) de pequeno PP e 2 (25,0%) indústrias de alto PP. Para uma melhor visualização estes percentis estão apresentados nas Figuras 3 a 5.

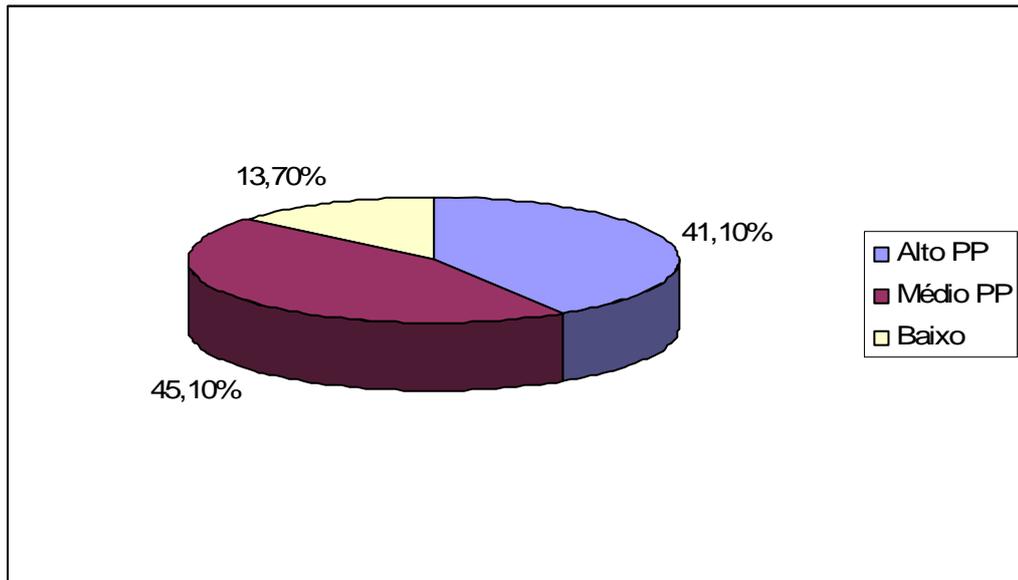


Figura 3: Distribuição das 51 indústrias localizadas em Recife, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).

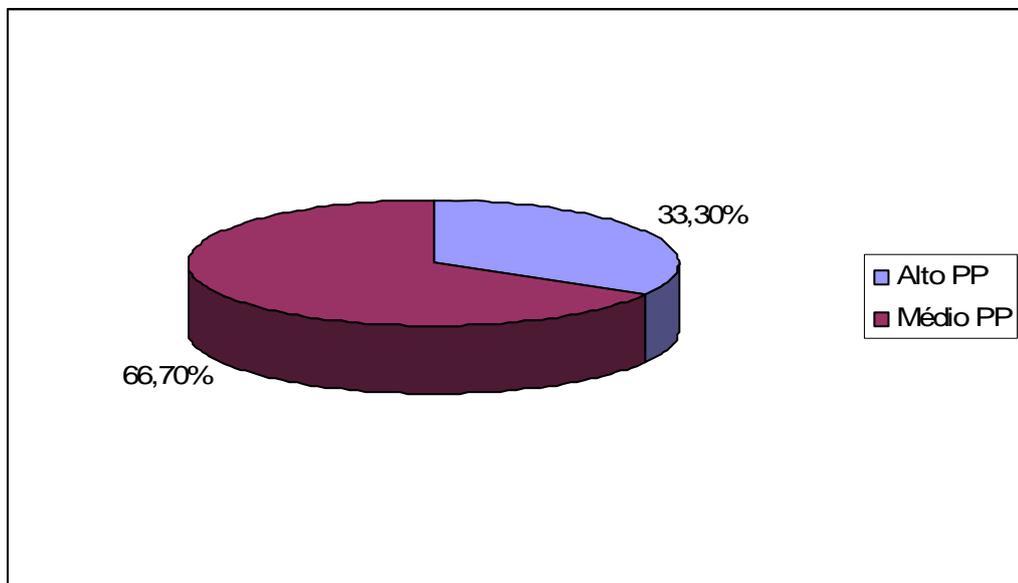


Figura 4: Distribuição das 6 indústrias localizadas em Camaragibe, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).

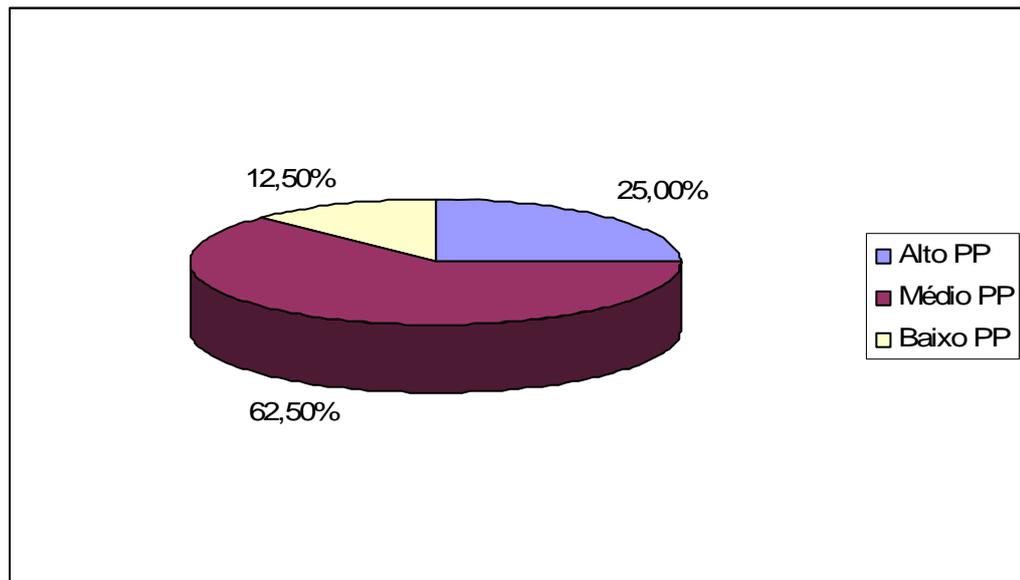


Figura 5: Distribuição das 8 indústrias localizadas em São Lourenço da Mata, agrupadas de acordo com o seu respectivo potencial de poluição (PP), segundo a classificação proposta pelo CPRH (2007).

Para uma visualização da distribuição espacial das indústrias nestes três municípios, as mesmas foram plotadas no mapa da região estudada (Figura 6). Nesta figura, observa-se que as indústrias estão distribuídas ao longo do Rio Capibaribe, com uma concentração maior em Recife, intensificando nas proximidades da sua desembocadura, na confluência da Bacia do Pina com a Bacia Portuária. O aumento gradativo das indústrias que ocorre no sentido de São Lourenço até Recife, sugere que o estuário sofre uma menor pressão antrópica em São Lourenço quando comparado com Camaragibe e Recife. Estas informações são corroboradas pelos resultados encontrados no monitoramento realizado pelo CPRH, onde os níveis de DBO aumentam e as concentrações de OD diminuem no trecho entre a estação 72 (em São Lourenço) até a 95 (perto da foz do Capibaribe). O número de indústrias em São Lourenço da Mata é maior do que em Camaragibe. Entretanto, o Rio Capibaribe traz os dejetos urbanos e industriais recebidos na região de São Lourenço e, ainda, acumula as descargas da cidade de Camaragibe, o que justificaria sua qualidade inferior em relação ao ponto localizado à montante desta cidade. O nível de poluição no estuário é causado também

pela alta concentração do número de indústrias de médio e alto PP às margens do Rio Capibaribe, em comparação ao número de indústrias de PP baixo.

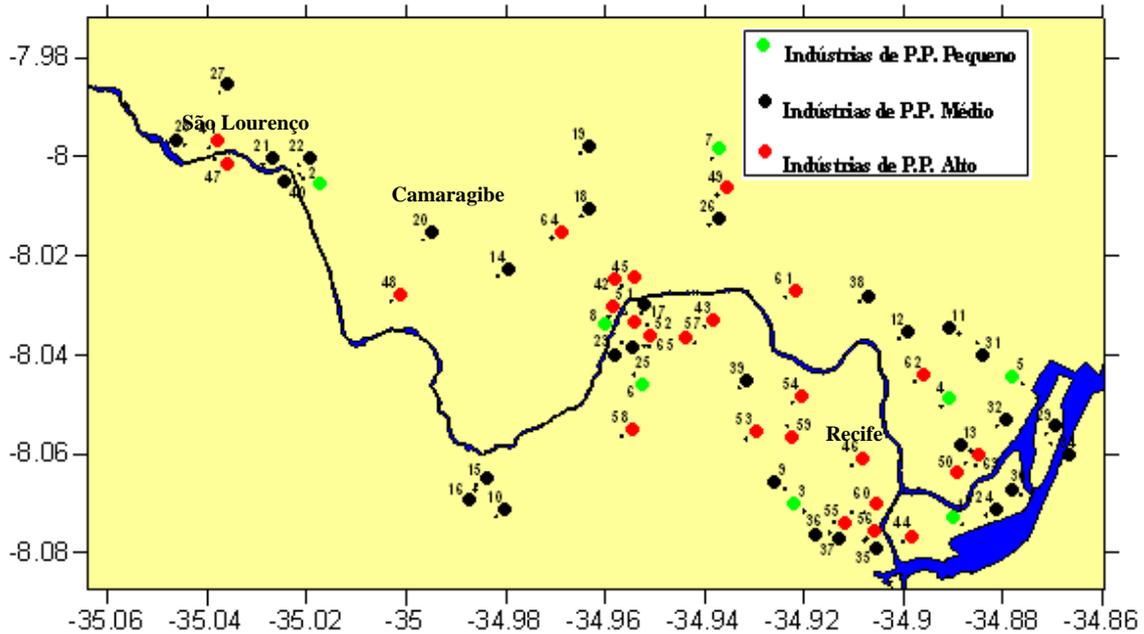


Figura 6: Indústrias localizadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende São Lourenço da Mata à Recife. As diferentes cores refletem os agrupamentos das indústrias segundo seu potencial de poluição (PP): Verde = pequeno PP; Preto = Médio PP; Vermelho = Alto PP.

5.3. Saídas de Esgotos e Saídas de Águas Pluviais no Rio Capibaribe

Uma saída a campo foi realizada para verificar a quantidade de esgotos e águas pluviais lançadas ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende o Parque da Jaqueira até sua desembocadura, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária, perfazendo uma distância de 4,4 Km. Ao longo desse trajeto foram observadas 114 pontos de descarga de esgotos (Figura 7) e 36 pontos de saídas pluviais (Figura 8). As coordenadas geográficas de cada galeria (esgoto ou pluvial) bem como sua localização, se margem esquerda ou direita do rio, estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4. As margens direita / esquerda foram definidas no sentido anti-fluxo da vazão do rio, ou seja, no sentido foz – Parque da Jaqueira.

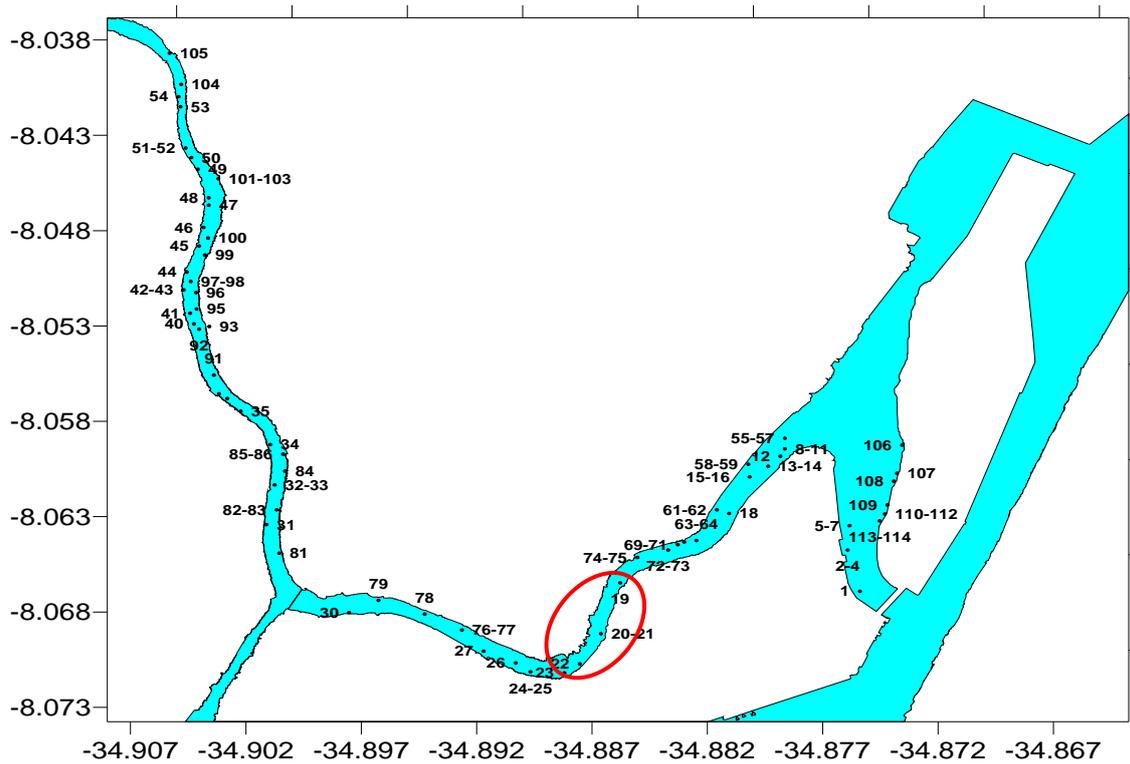


Figura 7: Saídas de Esgotos localizadas na área estuarina do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua foz, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária até o Parque da Jaqueira.

Tabela 3: Localização Geográfica das Saídas de Esgotos ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua desembocadura na Bacia do Pina / Bacia Portuária ao Parque da Jaqueira.

	Esgoto esquerda			Esgoto direita	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
EE1	08°04'00,9"	034°52'31,4"	ED1	08°03'32,0"	034°52'43,1"
EE2	08°03'53,1"	034°52'33,3"	ED2	08°03'32,0"	034°52'43,1"
EE3	08°03'53,1"	034°52'33,3"	ED3	08°03'32,0"	034°52'43,1"
EE4	08°03'53,1"	034°52'33,3"	ED4	08°03'37,3"	034°52'45,3"
EE5	08°03'48,5"	034°52'33,0"	ED5	08°03'37,3"	034°52'45,3"
EE6	08°03'48,5"	034°52'33,0"	ED6	08°03'41,8"	034°52'45,7"
EE7	08°03'48,5"	034°52'33,0"	ED7	08°03'45,5"	034°52'52,5"
EE8	08°03'34,0"	034°52'43,1"	ED8	08°03'45,5"	034°52'52,5"
EE9	08°03'34,0"	034°52'43,1"	ED9	08°03'51,3"	034°52'56,9"
EE10	08°03'34,0"	034°52'43,1"	ED10	08°03'51,3"	034°52'56,9"
EE11	08°03'34,0"	034°52'43,1"	ED11	08°03'51,6"	034°52'58,8"
EE12	08°03'35,4"	034°52'43,8"	ED12	08°03'51,6"	034°52'58,8"
EE13	08°03'37,3"	034°52'45,7"	ED13	08°03'51,6"	034°52'58,8"
EE14	08°03'37,3"	034°52'45,7"	ED14	08°03'51,6"	034°52'58,8"
EE15	08°03'39,3"	034°52'48,6"	ED15	08°03'52,1"	034°52'59,8"
EE16	08°03'39,3"	034°52'48,6"	ED16	08°03'52,1"	034°52'59,8"
EE17	08°03'41,8"	034°52'49,3"	ED17	08°03'52,1"	034°52'59,8"
EE18	08°03'45,5"	034°52'52,5"	ED18	08°03'53,1"	034°53'01,3"
EE19	08°03'59,3"	034°53'08,8"	ED19	08°03'53,1"	034°53'01,3"
EE20	08°04'08,9"	034°53'11,8"	ED20	08°03'54,5"	034°53'06,1"
EE21	08°04'08,9"	034°53'11,8"	ED21	08°03'54,5"	034°53'06,1"
EE22	08°04'14,6"	034°53'15,1"	ED22	08°04'08,2"	034°53'33,5"
EE23	08°04'16,3"	034°53'17,5"	ED23	08°04'08,2"	034°53'33,5"
EE24	08°04'16,1"	034°53'22,8"	ED24	08°04'05,2"	034°53'39,3"
EE25	08°04'16,1"	034°53'22,8"	ED25	08°04'02,6"	034°53'46,5"
EE26	08°04'14,4"	034°53'25,1"	ED26	08°04'03,4"	034°53'49,0"
EE27	08°04'12,2"	034°53'30,1"	ED27	08°03'53,7"	034°54'02,0"
EE28	08°04'05,2"	034°53'39,3"	ED28	08°03'45,5"	034°54'02,4"
EE29	08°04'03,4"	034°53'49,0"	ED29	08°03'45,5"	034°54'02,4"
EE30	08°04'04,9"	034°53'51,1"	ED30	08°03'38,2"	034°54'01,1"
EE31	08°03'48,3"	034°54'04,0"	ED31	08°03'35,0"	034°54'01,4"
EE32	08°03'40,8"	034°54'02,7"	ED32	08°03'35,0"	034°54'01,4"
EE33	08°03'40,8"	034°54'02,8"	ED33	08°03'24,5"	034°54'10,1"
EE34	08°03'33,2"	034°54'03,4"	ED34	08°03'24,5"	034°54'10,1"
EE35	08°03'26,9"	034°54'08,0"	ED35	08°03'24,5"	034°54'10,1"
EE36	08°03'24,5"	034°54'10,1"	ED36	08°03'24,5"	034°54'10,1"

EE37	08°03'23,6''	034°54'11,4''	ED37	08°03'20,1''	034°54'12,2''
EE38	08°03'23,6''	034°54'11,4''	ED38	08°03'11,4''	034°54'14,5''
EE39	08°03'23,6''	034°54'11,4''	ED39	08°03'10,9''	034°54'12,9''
EE40	08°03'10,4''	034°54'15,3''	ED40	08°03'09,3''	034°54'14,5''
EE41	08°03'08,4''	034°54'15,9''	ED41	08°03'07,6''	034°54'14,9''
EE42	08°03'04,0''	034°54'16,9''	ED42	08°03'04,5''	034°54'15,0''
EE43	08°03'04,0''	034°54'16,9''	ED43	08°03'02,4''	034°54'15,8''
EE44	08°03'00,6''	034°54'16,4''	ED44	08°03'02,4''	034°54'15,8''
EE45	08°02'55,7''	034°54'14,5''	ED45	08°02'57,4''	034°54'13,6''
EE46	08°02'52,2''	034°54'13,8''	ED46	08°02'54,2''	034°54'13,1''
EE47	08°02'48,0''	034°54'13,0''	ED47	08°02'43,0''	034°54'11,5''
EE48	08°02'46,6''	034°54'13,0''	ED48	08°02'43,0''	034°54'11,5''
EE49	08°02'41,2''	034°54'14,7''	ED49	08°02'43,0''	034°54'11,5''
EE50	08°02'39,0''	034°54'15,7''	ED50	08°02'25,2''	034°54'17,3''
EE51	08°02'37,2''	034°54'16,6''	ED51	08°02'19,3''	034°54'19,1''
EE52	08°02'37,2''	034°54'16,6''	ED52	08°03'33,3''	034°52'24,8''
EE53	08°02'29,4''	034°54'17,4''	ED53	08°03'38,6''	034°52'25,6''
EE54	08°02'27,5''	034°54'17,7	ED54	08°03'40,1''	034°52'26,1''
			ED55	08°03'44,6''	034°52'27,1''
			ED56	08°03'46,3''	034°52'27,5''
			ED57	08°03'46,3''	034°52'27,5''
			ED58	08°03'46,3''	034°52'27,5''
			ED59	08°03'47,6''	034°52'28,3''
			ED60	08°03'47,6''	034°52'28,3''

EE = Esgotos na margem esquerda do Rio Capibaribe, no sentido Foz – Parque da Jaqueira.

ED = Esgotos na margem direita do Rio Capibaribe, no sentido Foz – Parque da Jaqueira.

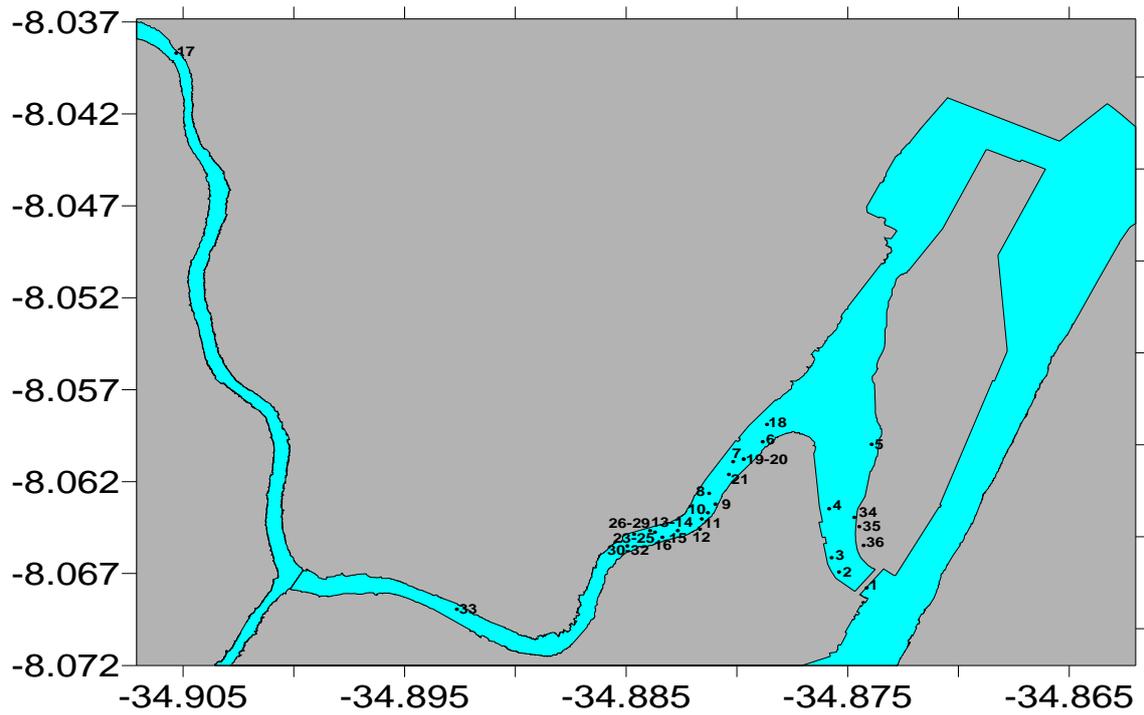


Figura 8: Localização das Saídas Pluviais na área estuarina do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua foz, na confluência da Bacia do Pina e Bacia Portuária até o Parque da Jaqueira.

Tabela 4: Localização Geográfica das Galerias Pluviais na área estuarina do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua desembocadura na Bacia do Pina / Bacia Portuária ao Parque da Jaqueira.

	Pluvial Esquerda			Pluvial Direita	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
PE1	08°04'04,0''	034°52'26,9''	PD1	08°03'32,0''	034°52'43,1''
PE2	08°04'00,9''	034°52'31,4''	PD2	08°03'38,8''	034°52'46,9''
PE3	08°03'58,1''	034°52'32,6''	PD3	08°03'38,8''	034°52'46,9''
PE4	08°03'48,5''	034°52'33,0''	PD4	08°03'39,3''	034°52'48,6''
PE5	08°03'35,9''	034°52'26,1''	PD5	08°03'41,8''	034°52'49,3''
PE6	08°03'35,4''	034°52'43,8''	PD6	08°03'53,1''	034°53'01,3''
PE7	08°03'38,8''	034°52'46,9''	PD7	08°03'53,1''	034°53'01,3''
PE8	08°03'45,5''	034°52'52,5''	PD8	08°03'53,1''	034°53'01,3''
PE9	08°03'47,6''	034°52'51,5''	PD9	08°03'52,8''	034°53'02,1''
PE10	08°03'49,3''	034°52'52,7''	PD10	08°03'52,8''	034°53'02,1''
PE11	08°03'50,5''	034°52'53,7''	PD11	08°03'52,8''	034°53'02,1''
PE12	08°03'52,5''	034°52'54,0''	PD12	08°03'52,8''	034°53'02,1''
PE13	08°03'52,8''	034°52'57,6''	PD13	08°03'53,5''	034°53'04,7''
PE14	08°03'52,8''	034°52'57,6''	PD14	08°03'53,5''	034°53'04,7''
PE15	08°03'54,1''	034°53'00,1''	PD15	08°03'53,5''	034°53'04,7''
PE16	08°03'55,8''	034°53'05,8''	PD16	08°04'08,2''	034°53'33,5''
PE17	08°02'19,3''	034°54'19,1''	PD17	08°03'50,2''	034°52'28,9''
			PD18	08°03'52,0''	034°52'28,1''
			PD19	08°03'55,7''	034°52'27,4''

PE = Saídas Pluviais na margem esquerda do Rio Capibaribe, no sentido Foz – Parque da Jaqueira.

PD = Saídas Pluviais na margem direita do Rio Capibaribe, no sentido Foz – Parque da Jaqueira.

Tradicionalmente, as saídas de esgotos são construídas com formato redondo, sendo canos de concreto ou PVC, de vários diâmetros (Figura 9). As galerias de águas pluviais apresentam formato retangular em concreto (Figura 10). O levantamento destes pontos demonstrou um número de saídas pluviais (36) menor do que o de saídas de esgoto (114). Em alguns trechos do rio, o mangue denso e o acúmulo de lama nas margens do rio (Figura 11), dificultam a visualização das margens, o que sugere que o número reportado destas galerias pode estar subestimado.

Além das galerias de esgoto, foi possível se observar que as comunidades ribeirinhas ou “palafitas”, como são conhecidas, lançam seus efluentes domésticos diretamente nas águas do Rio Capibaribe, como mostra a Figura 12.

Em algumas ocasiões, nas saídas de águas pluviais, foram observados um aspecto degradante, mau cheiro e algumas cianobactérias do gênero *Lyngbya*, que são indicadoras de presença de esgoto, sugerindo que uma grande quantidade de matéria orgânica está sendo lançados nestas galerias pluviais. Estes dados corroboram o trabalho de Silva (2003), que reporta que algumas saídas pluviais apresentam função de canalizadores de efluentes sanitários. Na Figura 7 estão plotadas as inúmeras saídas de esgotos registradas no Estuário do Capibaribe, no trecho entre sua foz e o Parque da Jaqueira. Estes dados sugerem um forte impacto das águas residuárias industriais e domésticas sobre este estuário.

Através da Figura 7, pode-se observar que as saídas de esgotos estão distribuídas ao longo de todo o trecho, sendo mais concentradas na região entre a praça do Derby e a praça Eça de Queiros, e na região entre o Palácio do Campo das Princesas e a Casa da Cultura. Após este trecho, encontra-se a comunidade dos Coelhos, que apresentou um número baixo de saídas de esgotos (Figura 7, demarcada com um círculo). Isto pode ser decorrência do baixo número de indústrias no local, que apresenta apenas uma indústria com médio PP e uma indústria relativamente perto (323 metros) com baixo PP que fica as margens desse trecho (Figura 7). Por outro lado, neste trecho também foi verificado, a céu aberto, córregos de esgoto domiciliar, sem encanamento. Em algumas regiões o número de esgotos para a mesma coordenada geográfica é superior a um (1) e estão representados, na Figura 7, como intervalo, por exemplo, 2-4, 5-7. Fernandes et al. (1999) relata que a contaminação fecal da área é significativa devido à presença dos esteróis coprostanol e colestanol nos sedimentos, e os classifica como poluído por esgoto. Ainda neste estudo o autor observou que, em áreas como o Estuário do

Capibaribe, com um número alto de emissários, nas amostras onde a concentração de esteróis foi alta, as taxas de n-alcanos e Carbono Orgânico também foram altas, podendo ter sua origem na poluição fecal na área.

Na Figura 8 estão plotadas as galerias de águas pluviais ao longo do Rio Capibaribe, no trecho que compreende sua desembocadura até o Parque da Jaqueira. Como pode ser observado, as saídas de águas pluviais não estão distribuídas uniformemente, mas se concentram nas proximidades da foz do rio e na região que fica próxima ao Palácio da Princesa. Esta concentração é resultado do escoamento as águas de chuva na cidade, evitando assim as enchentes causadas pelo alto adensamento populacional e industrial. Além destas, foram observados apenas mais 2 pontos dispersos, sendo um localizado na região hospitalar na Ilha do Leite (33) e outro na região do Parque da Jaqueira (17) como podem ser observados na Figura 7. Comparando-se as Figuras 7 e 8 e as tabelas 3 e 4, pode-se observar que na área onde estão concentradas as saídas pluviais também encontra-se um grande número de saídas de esgotos. Este fato pode ser um reflexo da alta densidade populacional associada ao adensamento de indústrias nestas áreas.



Figura 9: Galeria de esgoto, nas margens do Rio Capibaribe.



Figura 10: Galeria de águas pluviais nas margens do Rio Capibaribe.



Figura 11: Mangue denso nas margens do Rio Capibaribe.



Figura 12: Casas nas margens do Rio Capibaribe com lançamento de seus efluentes diretamente nas águas do estuário - Maio de 2011.

Além de saídas de esgotos e galerias pluviais, uma variedade de lixos é lançada diariamente no corpo do Rio Capibaribe de forma indiscriminada, como pode ser observado na Figura 13.



Figura 13: Diferentes tipos de lixos encontrados nas margens do Rio Capibaribe - Maio de 2011.

Apesar de todos estes esgotos e lixos ao céu aberto, nesta saída de campo foi possível constatar um fato bastante interessante: pescadores, sem se importar com o mau cheiro e aspecto visual degradante do local, ainda se utilizam das águas deste estuário para pescar ao lado das saídas de esgotos, como pode ser visto na Figura 14.



Figura 14: Pesca com vara ao lado de uma saída de esgoto nas margens do Rio Capibaribe - Maio de 2011.

6. CONCLUSÕES

Através do levantamento bibliográfico realizado neste estudo foi possível reunir informações relacionadas a diversos parâmetros, tais como índices de coliformes tolerantes, níveis de metais pesados no sedimento e na água, DBO, amônia, fósforo, nitrogênio, ferro, cor, pH, clorofila-a, carbono orgânico, esteróis, dureza, PCBs e DDTs. Estes parâmetros permitiram avaliar a saúde ambiental do local. Vários estudos registraram a presença de organismos bioindicadores de áreas poluídas, como os Cladoceros, Oligochaeta, Nematoda, Bivalves, Cirripedes, Rotífera e Moluscos.

Ao longo das margens do Estuário do Rio Capibaribe, na área que compreende São Lourenço da Mata até sua Foz, na cidade do Recife, foram registradas 65 indústrias numa faixa máxima de 3,6 km. Dentre estas, 69% estão localizadas a menos de 1000 metros e 42% distam a menos de 500 metros deste rio. A cidade do Recife abriga a grande maioria destas indústrias, com um total de 78,4%. Segundo a classificação do potencial de poluição, proposta pelo CPRH, 40,0% das indústrias (26) apresentam alto PP, sendo que 61,5% destas é composto pelo grupo das indústrias químicas. É importante ressaltar que 32,3% das indústrias com alto PP estão localizadas na cidade do Recife. Ainda seguindo o mesmo critério, 47,7% (31) apresentam um médio PP.

A presença de inúmeras galerias de esgotos no trecho entre a Foz do Estuário e o Parque da Jaqueira, indicam que a área recebe uma grande contribuição de águas residuárias industriais e domésticas no estuário. Além disto, a área se encontra impactada por grande quantidade de resíduos sólidos.

Desta forma, através desses dados, é possível concluir que a qualidade da água se encontra na condição eutrófica a hipereutrófica, limitando consideravelmente o seu uso. O sedimento também se encontra bastante impactado. Dentre as principais cidades que margeiam o Rio Capibaribe, Recife é a que mais contribui para a sua degradação. Através das informações levantadas, também se conclui que o estuário está recebendo diariamente descargas industriais e de origem doméstica, o que, com certeza, tem comprometido cada vez mais a qualidade das águas, sedimentos e organismos do Estuário do Capibaribe.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo observou-se que a contaminação das águas do estuário é visivelmente crítica. Infelizmente não existe nenhuma ação do governo para o controle das saídas clandestinas e ligações irregulares dos esgotos nas saídas de águas pluviais. O custo para se implantar estações de tratamento de esgotos é alto, não gera votos (a curto prazo) e também não atrai a atenção de investidores ou da população de forma geral. Entretanto, a longo prazo este tipo de investimento traz, certamente, economia para os cofres públicos, uma vez que melhora a saúde do ambiente bem como da própria população da cidade. Além disto, um ambiente saudável gera melhorias no turismo, condições propícias de balneabilidade, bem como fortalece a economia pesqueira da região.

Apesar deste estuário estar fortemente poluído, ainda existem muitos organismos que sobrevivem nestas condições adversas. Estes organismos bioacumulam resíduos tóxicos e podem ser usados como indicadores de exposição à diversos tipos de poluentes. Além disto, a presença de vida no estuário alimenta uma esperança de recuperação do mesmo, principalmente se os projetos de revitalização do Capibaribe forem retirados do papel. Acredita-se que, uma vez recuperado o sistema, a comunidade biológica nativa poderá ser re-instalada, voltando a aparecer espécies de alto valor comercial.

Para que este ecossistema seja recuperado, é necessário que o monitoramento da área, hoje realizado pelo CPRH, seja mantido e ampliado, englobando parâmetros ainda não monitorados, tais como hidrocarbonetos, compostos organoclorados, fármacos com capacidade de desregular os sistemas endócrinos, bem como implantar testes ecotoxicológicos que possam medir os efeitos que já estão sendo sentidos pela comunidade aquática. Além disto há que se considerar os aspectos geológicos, sociais e econômicos da região, pois todos contribuem para a degradação do sistema.

O trabalho de educação ambiental na cidade de Recife como em Camaragibe e São Lourenço é de grande importância para que as indústrias responsáveis pelos maiores impactos ambientais possam financiar os projetos de revitalização. Para que esses projetos saiam do papel temos que dar valor aos animais e à preciosa água, de

forma que as gerações futuras possam ter uma qualidade de vida melhor. Essa qualidade de vida esta intimamente ligada ao surgimento de empregos bem como o consumo de recursos pesqueiros, melhores condições de moradia, segurança do trabalho para as comunidades pesqueiras, que são tão excluídas socialmente. No Estuário do Rio Capibaribe a Escola Mangue já realiza o projeto “Água também é mar”. Esse projeto tem como principal objetivo a recuperação e conservação das áreas estuarinas de Pernambuco incluindo o Estuário do Rio Capibaribe. A conservação da área é feita através de diagnósticos participativos, reflorestamento de mudas de espécies de mangue, formação de agentes do mangue, educação ambiental nas escolas, e produção de material informativo. Para minimizar a poluição do local por resíduos sólidos, a Escola Mangue elaborou o Projeto: “Capibaribe Limpo” que tem por objetivo retirar o lixo flutuante e de fundo do Rio Capibaribe com a ajuda dos pescadores de Brasília Teimosa, medindo por área sua qualidade e quantidade, melhorando assim a navegabilidade local, possibilitando a renovação das águas e principalmente a manutenção da vida no rio.

Que esse estudo sirva de base e incentivo para novos estudos e ações na região.

8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.M.; PIRES T.T. Simulação exploratória dos efeitos das marés na circulação e transporte hidrodinâmicos da Baía do Pina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.3, n.3, p.57 -71, jul/ set., 1998.

ANJOS, D.L. **Inter-relação pluviométrica com a biomassa fitoplanctônica dos estuários de Pernambuco (Brasil)**, 2007. 103f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

BARROS, C.N. et al. Coliformes na água e no molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN,1791) da Baía do Pina, Recife, PE. JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, IX, **Anais...** Recife. 2009.

BIONE, M.A.A. et al. Poluição do Rio Capibaribe por esgoto doméstico. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, IX, **Anais...** Recife. 2009.

CAMARAGIBE. Histórico de Camaragibe. Disponível em: <www.camaragibe.pe.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2011.

CASTRO, I.B. et al. Impossex in two muricid species (Mollusca:Gastropoda) from the northeastern Brazilian Coast. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v.2 n.1 p. 81-91. 2007.

COMPESA, 2008. Tratamento de esgoto. Disponível em: <<http://www.compesa.com.br/index.php?option=content&task=view&id=436&Itemid=32>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

CPRH, 2008. Monitoramento das Bacias - Capibaribe. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em: maio/jun. 2011.

CPRH, 2007. Lei Nº 13.361, de 13 de Dezembro de 2007. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/lei-13361.pdf>> Acesso em ago/set. 2011.

ESKINAZI- SANT´ANNA E.M.; TUNDISI J.G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco- Brasil): composição e distribuição temporal. **Rev. Bras. Oceanogr.**, São Paulo, v.44, n.1, p.23-33, 1996.

FARRAPEIRA, C.M.R. Barnacles (Cirripedia Balanomorpha) of the estuarine region of Recife, Pernambuco, Brazil. **Tropical Oceanography (Revista online)**, Recife, v. 34, n. 2, p. 100-119, 2006.

FARRAPEIRA, C.M.R. et al. Coliform accumulation in *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) (Cirripedia) and its use as an organic pollution bioindicator in the estuarine area of Recife, Pernambuco, **Brazil. Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 2, p. 301-309, 2010.

FEITOSA, F.A.N. **Produção primária do Fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil).**1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco. 1988.

FERNANDES, M.B. et al. Sedimentary 4-desmethyl sterols and n-alkanols in an eutrophic urban estuary, Capibaribe River, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v.231, p. 1-16, 1999.

IBGE, 2009. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 26 jul. 2011.

IBGE, 2000. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 26 jul. 2011.

MEDEIROS, G.C.P.L. **Avaliação das concentrações de nitrogênio total, orgânico e inorgânico na fração dissolvida como parâmetros indicadores da qualidade da água na região estuarina do rio Capibaribe, Recife- Pernambuco.** 2007. 36f. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) - CCB, Universidade Federal de Pernambuco. 2007.

MACEDO S.J. et al. Heavy metal concentrations in sediments of the Capibaribe river estuary in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco-Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 102, p. 3, 2007.

MONTEIRO, L.H.U. et al. Estudos hidrodinamicos e hidroquímicos do estuário do Rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife- PE. Oceanografia e Políticas Públicas Santos, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA,5., **Anais...** São Paulo, 2011.

NETO, J.J.S. **Avaliação das condições ambientais do Estuário do Rio Capibaribe baseada no estudo da distribuição sazonal do fósforo.** 2008. 50f. Monografia. (Bacharelado em Ciências Biológicas/modalidade Ciências Ambientais) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.

NORIEGA, C.E.D. Estado trófico e balanço biogeoquímico dos nutrientes não conservativos (N e P), na região Metropolitana do Recife - Brasil. Tese (Doutorado), Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

PARANAGUÁ, M.N. et al. Cladocerans (Branchiopoda) of a Tropical Estuary in Brazil. **Braz. J. Biol.** São Paulo, v. 65 n.1 p. 107-115. 2005.

PORTO DO RECIFE. Infra Estrutura. Disponível em: <www.portodorecife.pe.gov.br/infra> Acesso em 26 abril, 2011.

PREFEITURA DO RECIFE, A cidade do Recife: Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/inforec/>>. Acesso em: 23 maio 2011.

PREFEITURA DE SÃO LOURENÇO DA MATA. Informações da cidade. Disponível em: <http://www.slm.pe.gov.br/info_cidade.php>. Acesso em: 10 jul. 2011.

PASSAVANTE, J.Z.O. Produção fitoplanctônica do estuário do Rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil) In. CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 10., 2003, Recife, **Anais...CD-ROM**.

PRITCHARD, D.W. What is an estuary physical viewpoint. In: LAUFF, G. H. (Ed.) Estuaries., Washington D.C. **American Association for the Advancement of Science**, 1967.

Secretaria de Saneamento do RECIFE. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2008/06/16/mat_162708.php> Acesso em: 5 set. 2011.

SANTIAGO M.F. et al. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. **Brazilian Journal of oceanography**, São Paulo, v.58, n.3, p.189-205. 2010.

SANTOS T.G. et al. Dinâmica da biomassa fitoplanctonica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife,PE). **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v.4, n.1, p. 95-109, jan. 2009.

SERICANO, J.L. et al. Trace organic contamination in the Americas: an overview of the US National Status & Trends and the International 'Mussel Watch' programmes. **Marine Pollution Bulletin**, v.31, p.214-225, 1995.

SILVA, T.A. **Varição nictímeral e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Capibaribe-Recife – Pernambuco-Brasil**. 1994. 134 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.

SILVA, T. A.; et al. Zooplâncton do Estuário do Rio Capibaribe, Recife-PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da UFPE**, Recife: v. 24, p. 79 – 102, 1996.

SILVA, J.P. **Sedimentologia, batimetria, qualidade da água e vulnerabilidade do Rio Capibaribe na cidade do Recife.** 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003.

SILVA, H.K.P. **Concentrações de metais pesados nos sedimentos do estuário do rio Capibaribe, região metropolitana do Recife, Pernambuco – Brasil.** 2004. 101f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SILVA, H.K.P.; MACEDO S.J.; BRAYNER. F.M.M. Avaliação das concentrações de metais-traço e suas interações nos sedimentos e biota do parque dos manguezais, região metropolitana do Recife (RMR) Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 38, n. 2, p. 174-180, 2010.

TEIXEIRA, M.R. **Avaliação da alcalinidade e dureza como parâmetros indicadores de qualidade da água no estuário do rio Capibaribe, Recife- PE.** Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas Modalidade Ambientais) 2007. 42 f. – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

TRAVASSOS, P.E.P.F.; MACEDO, S.J.; KOENING, M.L. Aspectos hidrológicos do estuário do rio Capibaribe (Recife- PE- Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v.22, p. 9-38, 1991/93.

TRAVASSOS, P.E.P.F. **Hidrologia e Biomassa primária do fitoplâncton no estuário do Rio Capibaribe, Recife, Pernambuco.** 1991. 288f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1991.

VALENÇA, A.P.M.C. As comunidades macrobentônicas na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas de Pernambuco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 37, n. 1-2, p. 80-99, 2009.

VITÓRIO, U.S.R. et al. Rotíferos (Rotatória) como indicadores da qualidade ambiental da Bacia do Pina, Recife (PE).In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 62., 2010.**Anais...** Rio Grande do Norte.2010.