

Estudo Hidrodinâmico, Climático e Bacteriológico Associado às Fontes Pontuais de Poluição ao Longo do Litoral de Fortaleza

Silva A.C, L.S. Pinheiro, L.P. Maia
Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará
acostasil@yahoo.com.br

J.O. Morais, L. Pinheiro
LGCO - Universidade Estadual do Ceará

Recebido: 13/10/08 – revisado: 15/04/09 – aceito: 05/06/09

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é identificar as principais fontes pontuais terrestres de poluição ao longo da costa marinha da região metropolitana de Fortaleza (CE) e correlacionar seu grau de poluição à variação sazonal de precipitação e à dinâmica de correntes costeiras. Este trabalho tem mostrado que as principais fontes pontuais terrestres de poluições estão situadas nas zonas costeiras de Fortaleza (CE) que apresentam galerias pluviais. Médias mensais de precipitação demonstram que algumas dessas galerias apresentam altas concentrações de coliformes termotolerantes mesmo em períodos de estiagem. Medidas de correntes costeiras efetuadas ao longo da costa de Fortaleza (Setor Oeste, Centro, Leste), demonstram que os setores localizados próximos às construções costeiras (pier, quebra-mares, portos) sofrem menor intensidade dinâmica e mudanças em suas direções, e os setores localizados em regiões abertas apresentam uma maior intensidade dinâmica. Resultados no cruzamento das informações de dinâmica das correntes costeiras com os dados de balneabilidade comprovam que as áreas que apresentam maior intensidade das correntes contribuem na dispersão dos poluentes. E os setores localizados em regiões abrigadas sofrem menor intensidade das correntes e mudanças em suas direções, dificultando a dispersão de poluentes.

Palavras-chave: Fontes pontuais de poluição; correntes costeiras.

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras e seus litorais concentram atividades marítimas, que são submetidas a uma pressão antrópica forte e crescente (Lacerda et al., 2008). Nestes ambientes é necessário o conhecimento do seu estado marinho e sua evolução, tanto em relação à segurança de suas atividades como em relação à gestão de seus recursos.

No litoral de Fortaleza poucos estudos foram realizados a fim de melhor se entender as possíveis fontes pontuais de poluição de origem terrestre, entre outras e a dispersão desses poluentes ao longo de seu litoral. Os primeiros estudos sobre a poluição do litoral de Fortaleza foram os de Caland-Noronha e Morais (1972), onde encontraram em suas praias índices de coliformes que chegaram atingir 2.400 coliformes fecais (termotolerantes) por 100mL d'água, associados aos efluentes domésticos e industriais. Segundo a resolução Nº 274, de 29 de novembro 2000 do CONAMA é considerada imprópria para densidades superiores a 2.500 coliformes

fecais (termotolerantes) por 100mL. Destacam-se ainda os estudos de Vieira et al. (2001 e 2002) e de Pinheiro et al. (2005).

Baseando-se na agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, muitas são as fontes de poluição do meio ambiente marinho, entre as quais se destacam as fontes provenientes de origem terrestres (rios, lençóis freáticos, estuários, dutos e instalações de descarga), os quais são responsáveis por 70% do total da poluição nos ambientes marinhos.

O litoral de Fortaleza (CE) sofre essas conseqüências por se encontrar localizado em uma área urbanizada que apresenta forte influência antrópica. A ocupação na sua faixa de preamar em certas localidades é desprovida de infra-estrutura adequada no qual lançam afluentes domésticos diretamente no mar; ocupações irregulares nas margens e foz dos rios Cocó e Ceará, rios que limitam geograficamente a leste e a oeste a linha de costa da cidade de Fortaleza.

Neste sentido o presente trabalho evidencia uma dessas principais fontes de poluição de origem terrestre, abordando a metodologia de monitoramento. E assim, contribuir na gestão e mapeamento dessas fontes pontuais e na dispersão desses poluentes ao longo do litoral de Fortaleza.

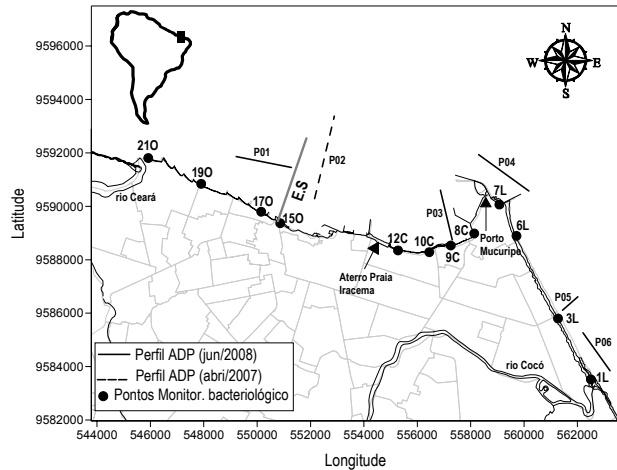


Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento bacteriológico e dos perfis de correntes. O perfil E.S indica a posição do Emissário Submarino.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área estudada se encontra descrita na interface continente-oceano representada pela linha de costa da cidade de Fortaleza (CE) com aproximadamente 27 km de extensão. Para melhor se entender a correlação entre os parâmetros medidos e monitorados (parâmetro hidrodinâmico, climático e bacteriológico) a região costeira de Fortaleza vai ser descrita em três setores: setor Leste, Central e Oeste (Figura 1). O setor Leste corresponde à costa leste que vai da foz do rio Cocó ao Porto do Mucuripe, o setor Central corresponde à região costeira que vai do Porto do Mucuripe até as imediações do Aterro da Praia de Iracema e o setor Oeste que vai do Aterro da Praia de Iracema até a foz do rio Ceará. Na área em estudo foram analisados 12 pontos de monitoramento bacteriológico no setor Oeste (15O, 17O, 19O e 21O), Centro (8C, 9C 10C e 12C) e Leste (1L, 3L, 6L e 7L) e monitorados 06 perfis de correntes (P01 – P06) nos três setores (Figura 1).

Levantamento Hidrodinâmico

Com a finalidade de se entender a dinâmica costeira atuando na dispersão de poluentes na região de estudo foram feitos dois levantamentos *in situ* dos parâmetros hidrodinâmicos (abril/2007 e junho/2008) a fim de se identificar a dinâmica espacial das correntes em três setores (Leste, Central e Oeste) localizados na frente da vertente marítima de Fortaleza (Figura 1). Para o levantamento das correntes (intensidade e direção) na área de estudo, esteve em operação o ADP 3D (Acoustic Doppler Profiler) com sensor acústico de frequência 1,5 MHz, produzido pela SONTEK/YSI, operado até uma profundidade de 25 metros. Através deste aparelho foram feitas medições de perfis contínuos de correntes marinhas ao longo da coluna de água até a profundidade de 25 metros. O valor resultante da direção e da intensidade da corrente apresentado neste trabalho é calculado pela média dos três valores obtidos ao longo dos três eixos (X,y,Z). Os procedimentos para coletas e análises dos parâmetros físicos foram efetuados com o auxílio de uma embarcação onde foram instalados a sonda do ADP, o receptor de dados, notebook (para visualização dos dados *in situ*) e um GPS para auxiliar na navegação. Os perfis de sensores acústicos do tipo ADP foram realizados em locais estratégicos previamente escolhidos. Estes perfis são localizados em frente a vertente marítima e próximo às desembocaduras dos estuários dos rios Ceará e Cocó, com a finalidade de se obter um controle na possível dispersão de poluentes lançados pelos rios no ambiente marinho (Figura 1).

Levantamento Climático

Os dados climatológicos apresentados neste trabalho foram cedidos pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), correspondendo as análises médias mensais dos anos de 2000 a 2007. Essas análises demonstram que o período chuvoso na região inicia-se no mês de dezembro, consolidando-se a partir da segunda quinzena de fevereiro, com as maiores precipitações geralmente ocorrendo entre os meses de março e abril, enquanto que os meses mais secos foram observados entre setembro a novembro.

Levantamento Bacteriológico

A fim de se entender a distribuição espacial dos fatores contaminantes associados à distribuição das correntes locais ao longo da costa marítima da

região metropolitana de Fortaleza foram mapeadas e identificadas as galerias pluviais, a presença dos rios e riachos que deságuam no mar. Para compreender o grau de poluição dessas galerias pluviais, dos rios, riachos entre outros na zona costeira da vertente marítima de Fortaleza foram analisados os registros históricos da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), no qual vem desenvolvendo o programa de Monitoramento da Balneabilidade das Praias de Fortaleza-CE desde 1978. Neste sentido foram selecionados 12 principais pontos de monitoramento da SEMACE, distribuídos entre os Rios Cocó e Ceará (Figura 1), cobrindo os setores Leste, Oeste e Centro, em pontos de coletas devidamente escolhidos localizados nas proximidades dos rios, riachos e galerias pluviais. O monitoramento da balneabilidade realizado pela SEMACE escolheu como indicador de poluição os coliformes termotolerantes, baseados nos critérios vigentes na Resolução N° 274 de 29 de novembro de 2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que classifica a água própria (Número mais Provável (NMP) de coliformes fecais, máximo de 1000/ 100 mL em 80% das amostras, durante cinco semanas consecutivas) e ou imprópria (acima de 1000). As coletas das amostras foram realizadas semanalmente nas segundas-feiras, após o fluxo de banhista durante o final de semana. As amostras foram coletadas em frascos de vidro esterilizado, para a determinação de coliformes fecais de acordo com APHA (1992), utilizando a técnica dos tubos múltiplos, conforme recomendações da resolução CONAMA n° 357/2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição Espacial das Fontes Poluidoras Associadas à Precipitação Pluviométrica Local

Através do levantamento em campo das fontes pontuais terrestres foi possível verificar que as praias que apresentaram maiores taxas de coliformes foram as que apresentaram maiores concentrações dessas fontes pontuais, principalmente aquelas que apresentam ligadas as galerias pluviais. No sentido de compreender o fator poluição associado às galerias pluviais, foram feitas as análises das médias pluviométricas mensais dos anos de 2000 a 2007 correlacionando com as médias mensais dos valores de coliformes. Resultados demonstram que as condições das águas marinhas pioram no período chuvoso na costa da região metropolitana de Fortaleza, sendo que a intensidade das chuvas contribui no

processo lixiviação, as impurezas e resíduos sólidos presentes nas ruas além do aumento no sistema de drenagem pluvial que é lançado ao mar. Abaixo apresenta-se a correlação dos valores de precipitação mensal associado aos valores de coliformes termotolerantes mensais coletados em três setores da vertente marinha de Fortaleza:

a)Setor Oeste: As praias do setor oeste foram as que apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, atingindo valores de até 16.000 em certos pontos monitorados neste setor (Figura 2a). Os mapeamentos realizados em campo comprovam que o setor oeste é a área do litoral de Fortaleza que apresenta maior quantidade de galerias pluviais. O gráfico de índice de precipitação vs coliformes termotolerantes (Figura 2a) demonstra que o setor oeste, não está relacionado à influência de pluviometria, uma vez que as concentrações de coliformes termotolerantes permanecem bem acima do limite permissível para balneabilidade própria durante todos os meses do ano, indicando alta vazão de efluentes saindo das galerias pluviais durante os meses de estiagem (Pontos 17O, 19O 21O), comprovando assim, a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem das galerias pluviais.

Segundo os dados de balneabilidade obtidos por Caland e Morais (1972) ressaltam que antes da construção do Emissário Submarino (E.S) de Fortaleza (no qual lançam seus efluentes no Oceano Atlântico a uma distância de 3.300 metros da faixa litorânea localizado em frente ao setor Oeste da orla marítima de Fortaleza – Figura 1) já existia uma alta concentração de coliformes termotolerantes neste setor.

Antes do lançamento dos efluentes ao corpo d'água salgado através do emissário submarino, estes passam por um tratamento preliminar na estação de pré-condicionamento, quando são removidos os gases agressivos para a atmosfera (tratamento de odores), materiais grosseiros, finos e outros sedimentáveis (por meio de processos físicos como gradeamentos e tanques de sedimentação). Estudo baseado em dados históricos de Pinheiro et al., 2008, demonstram que com a implantação do Projeto de Esgotamento Sanitário de Fortaleza – SANEAR I pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CA-GECE e também de outros programas isolados, a situação no que diz respeito a esgotamento sanitário melhorou consideravelmente na década de 90, passando de 18,9% para 60% o índice de cobertura.

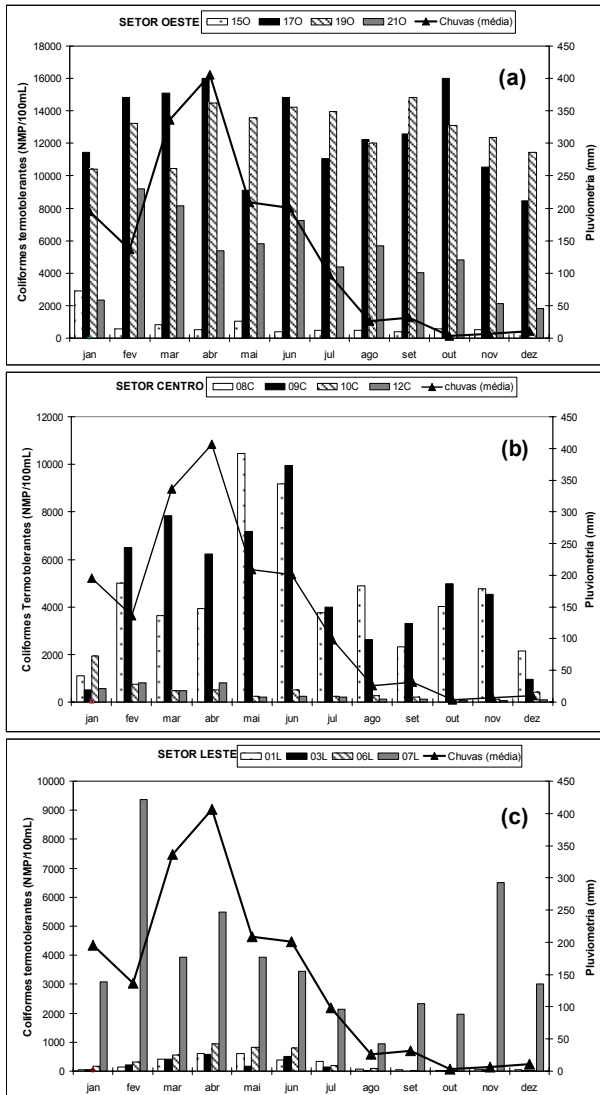


Figura 2 - Correlação entre a média mensal de coliformes termotolerantes (NMP/100mL) e Pluviometria (mm) nos setores Oeste (a), Centro (b) e Leste (c) da região costeira de Fortaleza (CE).

b) Setor Central: Neste setor as praias que apresentaram maiores concentrações de indicadores microbiológicos foram às praias localizadas nos pontos de coleta 8C e 9C, apresentando picos acima de 1000 de coliformes termotolerantes em cada média mensal. Neste setor foi verificado que ocorre um aumento na concentração de coliformes termotolerantes nos meses de março e junho (período este associado ao maior índice de precipitação na região) em todos os pontos monitorados (Figura 2b). Vale salientar que o ponto 9C e 8C recebem contribuição direta de um riacho (riacho Maceió) e de uma área que sofre menor ação de correntes costei-

ras e mudanças em suas direções, devido à presença de obras de quebra-mar no complexo industrial portuário. Através da análise do gráfico (Figura 2b) também é possível afirmar que as condições de água marinha pioram no ponto 9C durante os meses de fevereiro a junho (período chuvoso) em relação aos meses de agosto a novembro (período de estiagem).

c) Setor Leste: No setor Leste a maior contribuição de águas costeiras é proveniente do rio Cocó. Neste setor a concentração de coliformes aumenta significativamente entre os meses de março e junho, referente ao período chuvoso de Fortaleza (Figura 2c). A avaliação da média dos dados de balneabilidade dos anos 2004-2007 mostrou que das 07 praias monitoradas neste setor se apresentaram com boas qualidades, se mantendo próprias para o banho em mais de 70% ao ano, com exceção do ponto 7L, que apresentaram a classificação Imprópria em mais de 60% ao ano.

A praia localizada na foz do rio Cocó, denominada de Caça e Pesca (ponto 01L) se manteve na média de 80% própria para o banho, ao longo dos anos monitorados. É importante afirmar que devido à falta de coletas/monitoramentos das cargas químicas provenientes do rio Cocó, não foi possível neste estudo avaliar o fator de poluição referente a esses componentes químicos.

Distribuição Espacial das Fontes Poluidoras Associadas à Dinâmica de Correntes nos três Setores:

a) Setor Oeste: Dados de medidas de intensidade e direção das correntes superficiais em um perfil ADCP (P01) no mês de junho de 2008 em condições de maré de sizígia, demonstram que neste setor as correntes tendem a sofrer deslocamento para sudoeste, indicando valores de velocidade das correntes em média de $36,9 \text{ cm.s}^{-1}$, máximo de 50 cm.s^{-1} e mínimo de $18,8 \text{ cm.s}^{-1}$, com direções oscilando entre $282 - 194$ graus (Figura 3a).

Coletas efetuadas na área de influência marinha do Emissário Submarino (P02), no mês de abril de 2007, demonstraram que os valores de máxima velocidade observados na superfície oscilaram entre 38 cm.s^{-1} e 18 cm.s^{-1} com uma média em suas direções de 235 graus. Estas medidas foram realizadas em condições de maré de quadratura (Figura 3b).

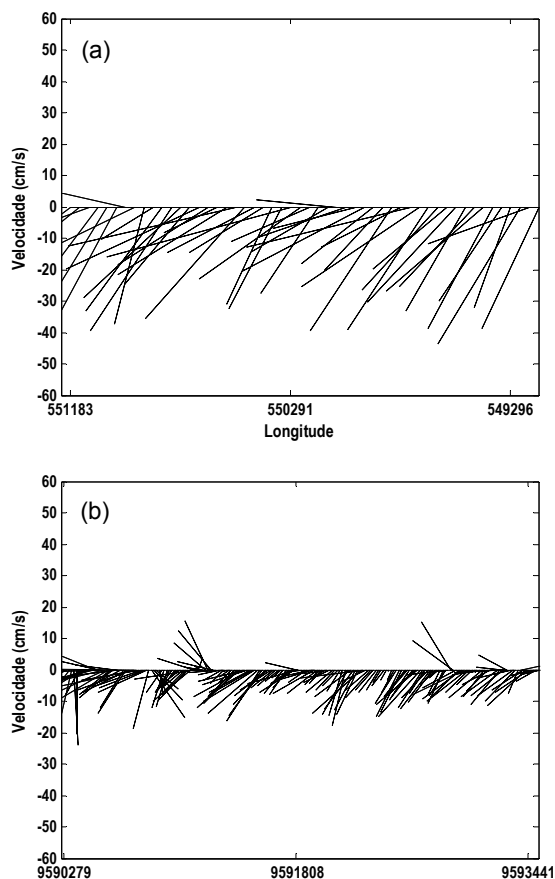


Figura 3 – Direção e intensidade das correntes em junho de 2008 – P01 (a) e abril 2007 – P02 (b), no setor da costa Oeste de Fortaleza.

Próximo da costa, o setor oeste de Fortaleza é marcado por diversas obras costeiras como molhes e espigões que geram uma zona de calmaria a jusante, local propício e mais procurado pelos usuários para prática de banho, porém as águas situadas nestas localidades sofrem um maior tempo de renovação, o que poderia ser uma das variáveis que explique a maior frequência de balneabilidade imprópria após a década de 70 nesse setor, período de instalação dessas obras de engenharia costeira (Pinheiro et al., 2008). Exemplos de impactos de obras costeiras na balneabilidade das praias foram verificados por Pereira et al. (2007) no litoral de Olinda, Pernambuco.

Além dos problemas questionáveis acima devem ser levados em consideração que a zona marítima da costa oeste de Fortaleza apresenta maior número de galerias pluviais, e que estas galerias se apresentam com vazões constantes durante todo o período do ano, mesmo em condições de estiagem.

Comprovando assim, a existência das ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem.

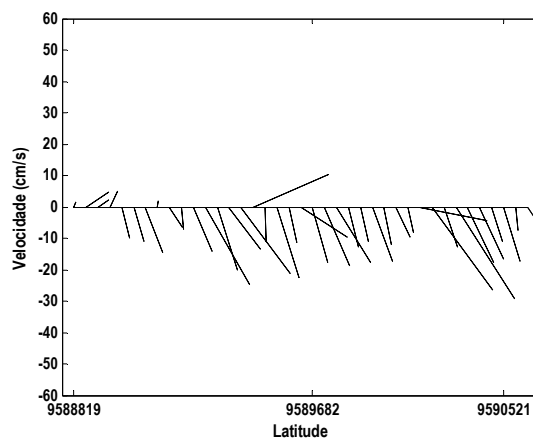


Figura 4 - Direção e intensidade das correntes em junho de 2008 - P03, no setor da costa Central de Fortaleza.

b)Setor Central: Análises dos dados coletados no perfil - P03, referentes às direções e intensidades das correntes, demonstram que esta região se apresentou com menores valores de intensidade na região estudada. Estes valores atingiram uma intensidade média de corrente em torno de $15,48 \text{ cm.s}^{-1}$ e suas direções oscilaram entre 22 – 182 graus (Figura 4). A região referente à costa central da vertente marinha fica localizada nas mediações do Porto Mucuripe, o qual corresponde uma região abrigada. A região envolta do Porto do Mucuripe é construída por sistemas de quebra marés, que serve de abrigo para embarcações. Esse sistema de obra costeira faz com que ocorra a diminuição da ação da dinâmica das correntes costeiras e a diminuição no grau de exposição às ondas na região gerando uma região de calmaria. Estas obras costeiras fazem com que também ocorra uma mudança na direção das correntes em relação à direção de correntes predominantes na região, contribuindo com o deslocamento das correntes em direção à costa, contribuindo para o aprisionamento de poluentes próximo da região portuária neste setor da costa Central (Figura 4). Neste setor as praias que apresentaram maior índice de concentrações de indicadores microbiológicos foram as praias dos pontos 8C e 9C, apresentando picos de até $15.000 \text{ NMP}/100 \text{ mL}$ de coliformes termotolerantes em cada ponto. Estes pontos se apresentam localizados em regiões de direções de correntes predominantes para sudeste (Figura 4).

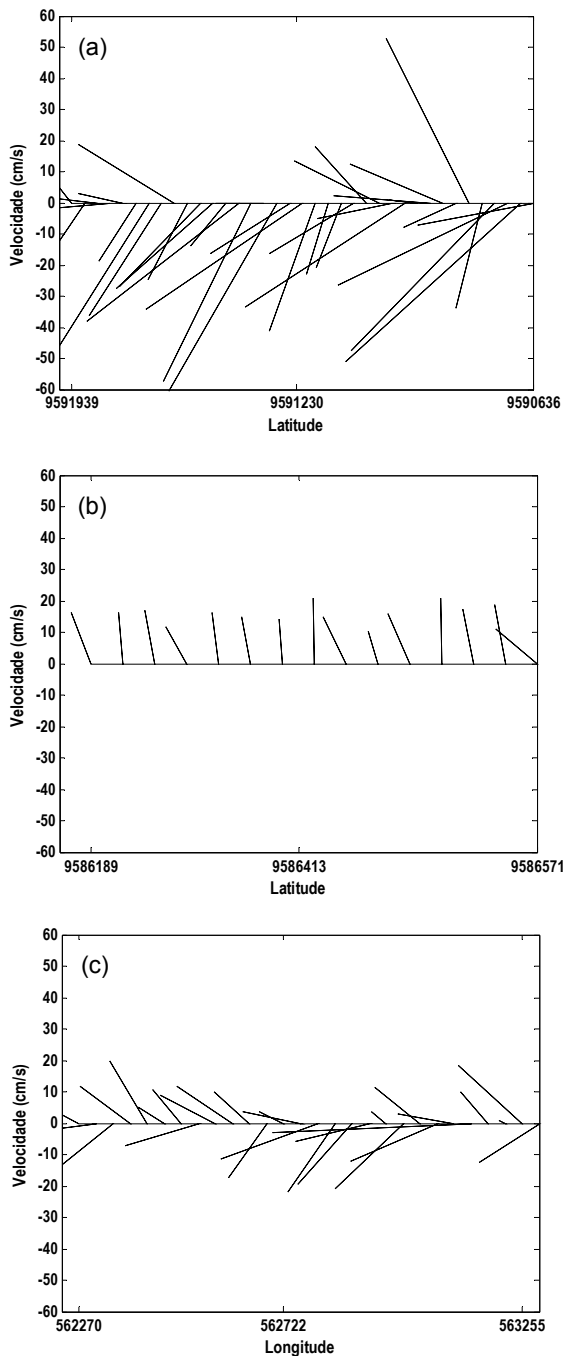


Figura 5 - Direção e intensidade das correntes em junho de 2008 no setor da costa Leste de Fortaleza: a) Perfil de ADP – P04; b) Perfil de ADP – P05; c) Perfil de ADP – P06.

c) **Setor Leste:** O setor Leste, na praia do Futuro, é uma região aberta à incidência das ondas, como maior atividade hidrodinâmica, acelerando assim o processo de autodepuração das águas salinas.

nas. A média dos dados de balneabilidade descritos acima confirmam a qualidade das águas próprias para banho, com exceção das praias localizadas no ponto 6L e no ponto 7L. Além do problema associado ao aspecto social da praia localizada no ponto 7L, no qual se observou em campo o lançamento de afluentes diretamente na praia, esta se encontra localizada entre duas obras de quebra mar. Estes sistemas de quebra mar reduzem o efeito da deriva litorânea (transporte longitudinal), sofrendo apenas influência de correntes e ondas em direção a praia, aprisionando e/ou aumentando a concentração de poluentes e diminuindo o efeito de dispersão de poluentes (Figura 5a). As demais praias situadas no setor da costa leste estão localizadas em ambientes abertos (ver figura 1), não apresentando influências de obras de engenharias oceânicas, sofrendo ação direta de correntes, marés e ondas intensas, influenciando de maneira mais ativa na dispersão de poluentes. A Figura 5a indica as medidas de correntes em superfície (intensidade e direção) efetuadas em um setor marinho localizado em frente à praia do Farol (P04), demonstrando a predominância da corrente marinha com um padrão preferencial para sudoeste, apresentando velocidade máxima em torno de 60 cm/s. Em um outro setor da praia do futuro (P05) foi possível observar as correntes de retorno, no qual ajudam a dispersar possíveis poluentes em direção offshore (Figura 5b).

Registros das intensidades e direções das correntes próximos à desembocadura do rio Cocó (P06) mostram uma região de alta perturbação dinâmica, devido à presença da deriva litorânea, associado à intensa atividade de ondas, no qual favorecem a dispersão de possíveis poluentes em direção offshore (figura 5c), e também a ausência de obras costeiras, facilitando a dispersão de poluentes. Isso pode ser comprovado através dos dados de balneabilidade da SEMACE, onde se apresentou na média de 80% própria para o banho.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Este trabalho mostra que as principais fontes pontuais terrestres de poluição estão situadas nas zonas costeiras de Fortaleza (CE) que apresentam galerias pluviais. As análises dos dados mensais de precipitação demonstram que algumas dessas galerias apresentam vazões mesmo em períodos de estiagem, isto evidencia um possível uso

destas galerias para lançamento de esgotos clandestinos. A fim de se comprovar este fato seria necessário uma vigilância ou monitoramento destas galerias pelas entidades públicas responsáveis. Medidas de correntes costeiras efetuadas ao longo da costa de Fortaleza (Setor Oeste, Centro, Leste), demonstraram que as correntes costeiras não se apresentam homogêneas em suas intensidades e nem em suas direções. Estes dados demonstram que os setores localizados próximos às construções costeiras (píer, quebra-mares, portos) sofrem menor intensidade dinâmica e mudanças em suas direções, e os setores localizados em regiões abertas apresentam uma maior intensidade dinâmica. O cruzamento dessas informações de dinâmica de correntes com os dados de balneabilidade nos pontos de monitoramento cedidos pela SEMACE comprovam que as áreas que apresentam maior intensidade das correntes contribuem na dispersão dos poluentes, são os setores localizados em regiões abrigadas e sofrem uma menor intensidade das correntes e mudanças em suas direções, dificultando a dispersão de poluentes. Resultados confirmam que modificações na fisiografia das praias vão influenciar na capacidade de depuração das águas costeiras, podendo-se destacar o grau de exposição à ação das correntes (intensidade e direção), obras costeiras, entre outras.

Para um maior entendimento da dinâmica espacial das correntes costeiras na região de estudo associando-os ao transporte de poluentes, os resultados apresentados neste artigo devem ser complementados com futuras campanhas de campo em diversas condições oceanográficas e meteorológicas distintas. Estas campanhas de campo podem ser realizadas através de bóias oceanográficas fixas nos três setores estudados neste artigo, visando à caracterização das forçantes hidrodinâmicas existentes nos períodos de estiagem e chuvoso do ano (efeito de sazonalidade, maior/menor intensidade de ventos e diferentes níveis de estratificação vertical da coluna d'água), nas épocas de maré de sizígia e de quadratura (e nos estágios de maré enchente e vazante, maiores transportes horizontais). Outra opção seria a aplicabilidade desses resultados, complementados com outros dados futuros, no desenvolvimento de modelos matemáticos, visando simulações das condições atuais do ambiente estudado, e também na análise e previsões futuras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), pela disponibilidade dos dados climáticos e bacteriológicos. A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE/UGP Sanear II) e CNPq (processo 475739/2007-8) pela concessão financeira que possibilitou a execução do presente trabalho. A Companhia de Docas do Ceará por disponibilizar a infra-estrutura necessária.

REFERÊNCIAS

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for examination of water and wastewater. 18th ed. Washington, 1219p, 1992.
- CALAND-NORONHA, M.C & MORAIS, J.O. Aspectos da poluição marinha em frente ao Município de Fortaleza. Arquivo de Ciências do Mar, 12(2), p.:109-115, Fortaleza-CE, 1972.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº357. Em 17 de março de 2005. Brasília. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em abril 2009.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº274. Em 29 de novembro de 2000. Brasília. 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em abril 2009.
- Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Rio de Janeiro, UNESCO, 1992.
- LACERDA, L. D.; MOLISANI, M. M.; SENA, D. & MAIA, L. P. Estimating the importance of natural and anthropogenic sources on N and P emission to estuaries along the Ceará State Coast NE Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, v. 141, p. 149-164, 2008.
- PEREIRA, L. C. C.; JIMENEZ, J. A.; MEDEIROS, C. & COSTA, R. A. A. M. Use and Occupation of Olinda Litoral (NE, Brazil): Guidelines for an integrated Coastal Management. Environmental management, v. 40, p. 210-218, 2007.
- PINHEIRO, L. S.; PINHEIRO, L.; SILVA, A.C & MORAIS, J. O. Sistemas de drenagem urbana e suas implicações na saúde e uso potencial das praias de Fortaleza (CE-Brasil). In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia., 2008, Belo Horizonte. Dinâmica e Diversidade

da Paisagem. Belo Horizonte : UFMG, v. 1. p. 1-10, 2008.

- PINHEIRO, L. S.; PINHEIRO, L.; MORAIS, J. O; MENEZES, M.O. A saúde de praias urbanas: o caso da faixa de praia entre o aterro de Iracema e o Porto do Mucuripe, Ceará. In: V Encontro de Pesquisa e Pós-graduação e V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica do CEFET., 2005, Fortaleza, 2005.
- VIEIRA, R.H.S.F.; RODRIGUES, D.P.; MENEZES, E.A.; EVANGELISTA, N.S.S.; REIS, E.M.F.; MELO, L.B.; GONÇALVES, F.A. 2001. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Revista de Microbiologia*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 77-80, 2001.
- VIEIRA, R. H. S. F. ; RODRIGUES, D. P. ; ROCHA, C. A. S. ; MENEZES, F. G. R. ; ARAGÃO, J. S.; THEOPHILO, G. N. D. ; REIS, E. M. F. . Poluição do mar e das areias de três praias de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 35, p. 113-118, 2002.

Hydrodynamic , Climatic and Bacteriological Study Associated With Coastal Point Sources of Pollution in Fortaleza

ABSTRACT

The main objective of this paper is to identify the most important terrestrial point sources of pollution on the seacoast of the metropolitan area of Fortaleza, state of Ceará (CE), and to correlate the degree of pollution to seasonal variation in precipitation and coastal current dynamics. This study has shown that the main terrestrial sources of pollution are located in the coastal areas of Fortaleza (CE) where there are storm sewers. Mean monthly precipitation shows that some of these sewers present high concentrations of thermotolerant coliforms, even during low flow periods. Coastal current measurements along the Fortaleza Coast (West, Center, East Sectors) show that the sectors located close to coastal constructions (pier, breakwater, ports) undergo less dynamic intensity and changes in directions, and the sectors located in open regions present greater dynamic intensity. The results of crossmatching the information on the dynamics of coastal currents with the data on batheability prove that the areas with the highest current intensity contribute to pollutant dispersion. And the sectors located in sheltered areas are less subject to current intensity and change of direction, making it more difficult to disperse pollutants.

Keywords: *Point sources of pollution, coastal currents.*