



AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO POR ESGOTO SANITÁRIO NA BAÍA DE SEPETIBA USANDO MODELAGEM AMBIENTAL

Cynara de Lourdes da Nóbrega Cunha *

Engenheira Civil formada na Universidade Estadual do Estado do Rio de Janeiro, em 1992, Mestra em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ na área de Recursos Hídricos, em 1995 e Doutora em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ na área de Recursos Hídricos, em 2000. Pesquisadora visitante no Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz.

Paulo Cesar Colonna Rosman

Programa de Engenharia Oceânica na área de Engenharia Costeira & Oceanográfica na COPPE/ UFRJ.

Teófilo Carlos do Nascimento Monteiro

Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz.

(*) Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Sala 524, Manguinhos, Rio de Janeiro – RJ – Brasil. Cep:21041-210. Telefone: (21) 2598-2747. E-mail: cynara@ensp.fiocruz.br.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar como a modelagem computacional pode ser usada para avaliar a poluição por esgoto sanitário em um corpo d'água, a Baía de Sepetiba, contribuindo, desta maneira, para a solução de problemas ambientais. A modelagem computacional permite monitorar parâmetros de qualidade de água nos rios e na Baía e buscar soluções para resolver problemas graves relacionados à qualidade de vida e saúde ambiental em regiões sujeitas à contaminação por esgoto sanitário. O trabalho mostra simulação das concentrações de OD e DBO como indicadores de matéria orgânica no corpo d'água e como parâmetros para avaliar a poluição ambiental na porção leste da Baía de Sepetiba. As simulações foram realizadas para a situação atual, considerando como condição de contorno as concentrações medidas nos rios e, para uma situação projetada para o ano de 2020, considerando o aumento populacional e as suas implicações nas cargas poluidoras. Com estas simulações é possível avaliar os impactos ambientais que o lançamento, nos rios, de efluentes sanitários, provoca na Baía, estudar quais as melhores soluções de tratamento ou estratégia de lançamento e desenvolver níveis de monitoramento específicos para situações futuras. Os resultados mostram que os esgotos lançados nos rios e canais chegam à Baía, acumulam-se ao longo das regiões próximas aos estuários e comprometem em muito a qualidade da água da Baía de Sepetiba; na região mais externa da Baía, o comprometimento é menor. Para o ano de 2020, as condições são agravadas, piorando em muito a qualidade da água na porção leste da Baía de Sepetiba.

Palavras-Chave : Controle de poluição, modelo de qualidade de água, Baía de Sepetiba e saneamento ambiental.

INTRODUÇÃO

A gestão múltipla dos recursos hídricos, para a garantia de seu uso de forma saudável e com disponibilidade suficiente para atender as populações futuras, é de fundamental importância. Muitas vezes os impactos negativos sobre os cursos d'água urbanos estão relacionados a ações que teriam como objetivo promover o saneamento, numa visão higienista isolada, cuja predominância se dava, na prática, somente no afastamento dos dejetos, em desacordo com os conceitos atuais de saneamento ambiental.

Verifica-se no Brasil que menos de 10% da população tem seus esgotos dispostos de forma segura, segundo PNAD 1999-IBGE. A cobertura da população servida por rede de esgoto é de 52,4 %, reforçando a idéia do afastamento como prática na maioria dos casos, com crescente deterioração dos recursos hídricos enquanto corpos receptores. O destino final dos resíduos sólidos também tem contribuído de forma importante para a degradação dos recursos hídricos, já que a cobertura nacional é de 74,2 %, segundo PNAD 1999-IBGE. Além do elevado déficit de cobertura na coleta, os destinos finais têm impactos maiores sobre os recursos hídricos, ou por lançamento direto ou por práticas que deterioram as suas condições, como no caso dos lixões que, em grande parte, estão localizados às margens dos rios e em encostas e

próximos a aglomerações urbanas, resultando em um grave problema de degradação ambiental, ou seja, na contaminação dos cursos d'água.

O presente trabalho apresenta uma avaliação da poluição por esgoto sanitário na Baía de Sepetiba, contribuindo para a solução de problemas ambientais, a partir do uso da modelagem computacional. Esta ferramenta permite monitorar parâmetros de qualidade de água nos rios e na Baía, buscando soluções para resolver problemas graves relacionados à qualidade de vida e saúde ambiental em regiões sujeitas à contaminação por esgoto sanitário. Modelos ambientais que estudam a dispersão de poluentes em corpos d'água têm sido usados como suporte para tomada de decisões estratégicas no que se refere ao lançamento de efluentes sanitários em rios e, também, em regiões costeiras, que sofrem influência direta do aporte de poluição de origem continental.

A avaliação dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos de esgoto sanitário pode ser feita através do monitoramento de alguns parâmetros químicos de qualidade das águas, como, por exemplo, nitrogênio amoniacal, que indica a presença de esgoto doméstico lançado recentemente, nitrogênio nitrato, OD (Oxigênio Dissolvido) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Neste sentido, modelos computacionais de qualidade de água que contemplem fontes/sumidouros destes parâmetros, o transporte ao longo do corpo d'água e a sua reação com outras substâncias são ferramentas importantes no monitoramento ambiental, onde a principal fonte de poluição é o lançamento de esgoto doméstico (Bach *et al.*, 1995). O modelo de qualidade de água usado, chamado FIST-ADEQ, monitora padrões de qualidade de água considerando o contaminante passivo e não-conservativo, ou seja, as substâncias presentes na água não afetam a circulação hidrodinâmica do corpo d'água e sofrem modificação de concentração através de processos físicos, biológicos e químicos. Sendo assim, a simulação do padrão de circulação hidrodinâmico é essencial na estrutura computacional quando da modelagem de parâmetros de qualidade de água.

Este trabalho mostra algumas simulações computacionais usadas para avaliar a poluição ambiental na porção leste da Baía de Sepetiba. Estas simulações foram realizadas usando como parâmetros de qualidade da água, o OD e a DBO, apesar do modelo permitir que outras substâncias, como nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato e biomassa, possam ser simuladas. Tal escolha foi motivada pela disponibilidade de dados existentes. Com estas simulações é possível avaliar os impactos ambientais que o lançamento de efluentes sanitários provoca na Baía, estudar qual a melhor solução de tratamento ou estratégia de lançamento e desenvolver níveis de monitoramento específicos, considerando que a modelagem computacional responde mais rapidamente a variações de concentrações dos efluentes do que medições analíticas feitas em laboratório.

Uma das conseqüências da descarga de efluentes sanitários no meio ambiente é o déficit de oxigênio, que é causado pelo consumo de oxigênio pelas bactérias para oxidar a matéria orgânica presente no esgoto (Thomann & Muller, 1987). Como fonte de oxigênio pode-se citar a aeração natural e o oxigênio produzido pelos organismos fotossintéticos. Os processos naturais que influenciam as concentrações de OD e DBO são numerosos. O modelo utiliza os seguintes processos de transformação: reaeração, oxidação, nitrificação, respiração e desnitrificação e fotossíntese. Em sua maior parte, estes processos são modelados usando reações de primeira ordem, com coeficientes calculados através de experimentos de campo, adquirindo valores dentro de uma faixa específica. Com isso, são grandes as incertezas sobre estes processos de transformações. A calibração do modelo de qualidade de água passa obrigatoriamente pela correta definição destes coeficientes. Em adição a estes processos, são considerados os processos de advecção e difusão, que também afetam a concentração de OD e DBO.

A primeira seção deste trabalho apresenta uma descrição geral da Baía de Sepetiba e de suas fontes de poluição, com destaque para a avaliação da qualidade da água nos rios e para a descrição do padrão de circulação hidrodinâmico da Baía. Os resultados e a análise da avaliação da poluição por esgoto sanitário e os resultados obtidos pelo modelo de qualidade de água são apresentados nas seções seguintes. Na última seção são apresentadas as conclusões do trabalho. Não será descrito neste trabalho o modelo matemático de qualidade de água, bem como o modelo numérico e as condições de contorno envolvidas. Maiores informações sobre o modelo de qualidade de água usado, FIST-ADEQ, podem ser obtidas em Rosman, 2000.

ASPECTOS GERAIS DA BAÍA DE SEPETIBA

A Baía de Sepetiba está localizada no Estado do Rio de Janeiro, próxima à região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, na longitude 44^o W e na latitude 23^oS, com uma área de aproximadamente 305Km². A Baía de Sepetiba tem aproximadamente 40 Km, de leste a oeste, e 20 Km, de norte a sul, com um perímetro de aproximadamente 130 Km. A profundidade, que não ultrapassa 10m na sua maior parte, no canal principal pode chegar a 20m. A bacia hidrográfica contribuinte da Baía de Sepetiba possui cerca de 2617 km², com 19,7% de área de preservação ambiental e 9,2% de área urbana. Em termos fisiográficos, a bacia de contribuição da Baía de Sepetiba é formada por duas unidades distintas: uma

região serrana, representada pela serra do mar, e uma outra que é representada por uma significativa área de planície, cortada por vários cursos d'água, formando 22 sub-bacias. A Baía recebe ainda aproximadamente 160 m³/s do rio Paraíba do Sul, por transposição de bacia, desviada na barragem de Santa Cecília, atingindo o Riberão das Lajes, um dos formadores do rio Guandu. A Figura 1 mostra a localização dos rios ao longo da Baía.

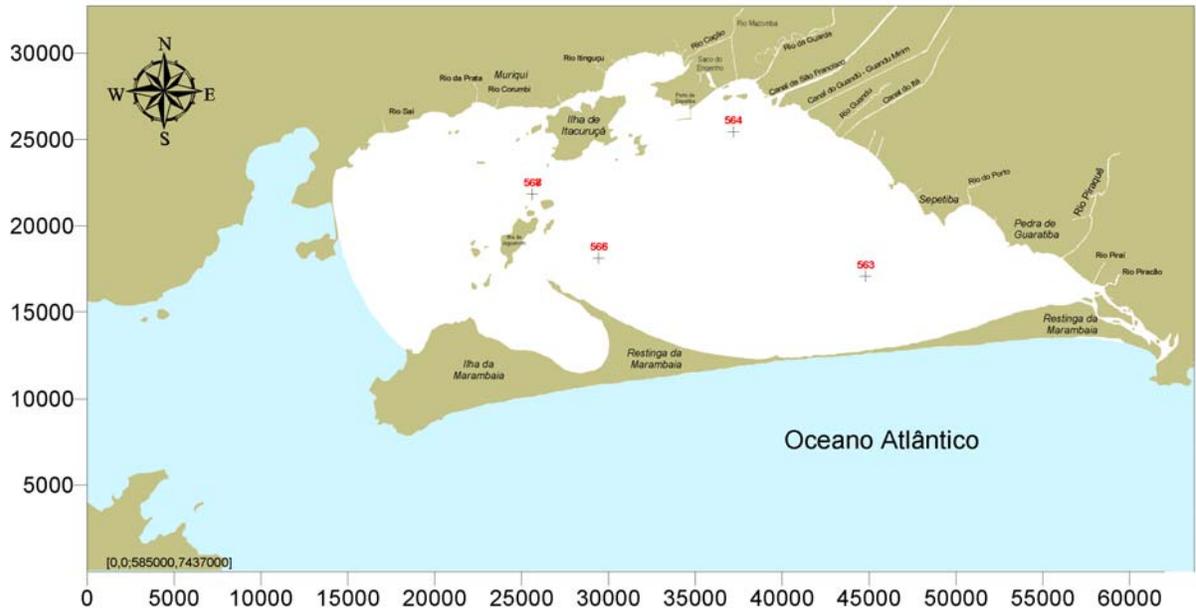


Figura 1 – Baía de Sepetiba, com destaque para os rios afluentes e o domínio de modelagem. Contorno obtido a partir da das cartas náuticas da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) n° 1607, escala 1:80.000 e n° 1622, escala 1:40.122.

FONTES DE POLUIÇÃO

Os principais fatores que provocam a poluição na Baía de Sepetiba são os componentes orgânicos e os nutrientes, originários dos efluentes domésticos, dos efluentes industriais e dos efluentes provenientes da produção agrícola. Infelizmente, não existe medição direta das cargas orgânicas lançadas na Baía. Sendo assim, as cargas são estimadas a partir da população de cada bacia contribuinte de drenagem e da atividade econômica desenvolvida em cada região.

A Baía recebe esgoto sanitário de cerca de 1.400.000 habitantes que vivem na região metropolitana do Rio de Janeiro e em 12 municípios próximos. A carga orgânica produzida pela bacia de contribuição, de cerca de 70.000 kg DBO/dia, é lançada, na prática, sem qualquer tratamento, nos rios e canais que deságuam suas águas na Baía. A carga orgânica proveniente dos esgotos domésticos chega à Baía de Sepetiba de forma mais concentrada na porção leste, na faixa litorânea, proveniente de cursos d'água que drenam áreas densamente povoadas. Uma parcela muito pequena deste esgoto é dotada de algum tratamento. No município do Rio de Janeiro, responsável pela maior população urbana da bacia da Baía de Sepetiba, praticamente não existem sistemas coletores de esgoto sanitário implantados. Os efluentes das fossas sépticas, geralmente sem sumidouro, são lançados nas galerias de águas pluviais ou em valas e chegam aos cursos água, afetando a qualidade das águas, não somente dos rios e canais, mas da Baía de Sepetiba, que recebe toda a contribuição deste esgoto. A Tabela 1 mostra um resumo da população, a produção de esgoto sanitário + água de infiltração e a carga orgânica atual (ano de 2000) e as projeções feitas para o ano de 2010 e 2020, considerando um crescimento populacional da ordem de 36% em 20 anos.

Durante a realização do Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba, realizado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, foi feito um levantamento destas contribuições por bacia contribuinte (FEEMA, 1998). Pode-se resumir o lançamento de carga orgânica proveniente de efluentes sanitários em três regiões distintas:

- Região oeste: apresenta pequeno percentual de lançamento de carga orgânica, comparada ao restante da bacia de contribuição. Acontecem lançamentos pontuais que podem comprometer pequenas faixas litorâneas, não caracterizando um problema de qualidade de água para a região como um todo.
- Região central: esta região responde pela maior parte da carga orgânica lançada na Baía, com cerca de 64,27% da carga orgânica lançada. Vele ressaltar que, deste total, 31,05 % é lançado pelo rio Guandu Mirim. No entanto, esta região da Baía de Sepetiba possui um padrão de circulação, sendo capaz de evitar problemas maiores relacionados à qualidade de água.
- Região leste: recebendo 34,5 % da carga orgânica total da bacia contribuinte, esta região possui baixíssimo padrão de circulação, o que gera uma renovação lenta da água. Sendo assim, esta região apresenta graves problemas relacionados à qualidade de água, tornando a faixa litorânea bastante poluída, sem qualquer possibilidade de atender aos padrões de balneabilidade impostos pela legislação.

Outra fonte de poluição são os efluentes provenientes da atividade agropecuária. Na região central, as principais atividades são a oleicultura e a fruticultura, predominando a cultura de banana e do coco. Na região do canal de São Francisco há uma intensa atividade agropecuária, com o lançamento de efluentes no sistema de drenagem desta bacia. Infelizmente não há dados que caracterizem estes efluentes.

Tabela 1 - População, contribuições de esgoto sanitário + água de infiltração e carga orgânica para a bacia hidrográfica contribuinte da Baía de Sepetiba para o ano de 2000 e projeções para os anos de 2010 e 2020.

Ano	População (habitantes)	Contribuições de esgoto sanitário + água de infiltração (m ³ /dia)	Carga orgânica (kg DBO/dia)
2000	1.400.000	378.000	70.000
2010	1.650.000	452.000	89.000
2020	1.900.000	519.000	102.000

Com relação ao lançamento de efluentes industriais, a bacia contribuinte da Baía de Sepetiba possui mais de 100 indústrias, constituindo um dos maiores pólos industriais do Estado do Rio de Janeiro. A maior parte destas indústrias é de pequeno e médio porte, com poucas indústrias de grande porte. A poluição orgânica de origem industrial é pouco relevante quando comparada com os níveis de poluição de origem doméstica verificados na bacia, considerando ainda que as indústrias com potencial de geração destas cargas possui bom desempenho ambiental. Sendo assim, como o objetivo deste trabalho é estudar a poluição orgânica na Baía de Sepetiba, foram consideradas apenas as cargas provenientes do lançamento de esgoto doméstico.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NOS RIOS DA BACIA CONTRIBUINTE

Os principais rios da região hidrográfica da Baía de Sepetiba são os rios Guandu (chamado de canal de São Francisco na porção final, próximo à Baía), da Guarda, Canal do Itá (interligado com o rio Guandu-Mirim), Piraquê, Portinho, Mazomba e Cação. Os demais rios são cursos d'água com bacias bem menores, com baixíssimas vazões. O rio Guandu é o mais importante da bacia de contribuição. Responsável pelo abastecimento de água para várias cidades, forma o principal manancial da cidade do Rio de Janeiro. A Tabela 2 mostra as vazões médias dos principais rios da bacia de contribuição da Baía de Sepetiba.

Durante o período de 1990 e 1997 foram feitas observações em alguns rios da bacia de concentrações de Oxigênio Dissolvido, de Demanda Bioquímica de Oxigênio e de diversas formas de Nitrogênio e Fósforo (como nitrogênio amoniacal, nitrogênio kjeldahl e fósforo total), com objetivo de monitorar a qualidade das águas nas calhas receptoras. Estas concentrações variam bastante no tempo, com as estações do ano, com as condições de precipitação e com a intrusão salina observada em alguns destes rios. Sendo assim, os valores de concentração serão apresentados por seus valores medianos. A Tabela 3 mostra a mediana dos dados coletados durante este período. Observa-se que, exceto o Canal de São Francisco, os demais rios apresentam péssimos indicadores de qualidade de água, quando comparados com os padrões de referência da Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 20, de 1986. A Resolução do CONAMA estabelece a classificação, os limites e as condições para as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Tabela 2 - Vazões médias dos rios da bacia de contribuição da Baía de Sepetiba.

	Vazão (m ³ /s)
Rio da Guarda	6,8
Canal de São Francisco	89,0
Canal do Guandú	8,8
Canal do Itá	3,3
Saco do Engenho	0,5
Rio Piraquê	2,5
Rio Cação	1,1

Tabela 3 – Mediana dos parâmetros de qualidade de água coletados para os rios contribuintes da bacia da Baía de Sepetiba durante o período de 1990 e 1997.

	DBO (mg/l)	OD (mg/l)	N-Amoniacal (mg/l)	N-Kjeldahl (mg/l)	P-Total (mg/l)
Rio Piraquê	10,0	1,2	3,0	7,0	1,0
Rio Portino (Engenho Novo)	2,0	6,8	0,2	0,8	0,1
Canal do Itá	20,0	<0,1	5,5	8,0	1,5
Canal de São Francisco	< 2,0	8,0	0,09	0,6	0,1
Rio da Guarda	7,0	2,2	1,0	2,0	0,2
Rio Guandu Mirim	12,0	1,2	2,6	4,5	1,0

CARACTERIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICA DA BAÍA DE SEPETIBA

O transporte de uma dada substância em um corpo d'água é dominado pela advecção, sugerindo assim uma enorme dependência entre a simulação hidrodinâmica e o processo de transporte. Neste contexto, a correta caracterização da circulação hidrodinâmica na Baía é o primeiro passo no estudo da dispersão de escalares passivos. Nesta seção, a caracterização da circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, que será usada no estudo da dispersão de poluentes, é apresentada.

Como as profundidades locais são pequenas e os padrões de estratificação muito fracos, a velocidade das correntes pode ser bem representada por meio de variáveis médias na vertical. Nestes casos as equações governantes são promediadas na dimensão vertical, reduzindo a dimensão do problema. Além da quase homogeneidade da coluna d'água, a validade de tal simplificação baseia-se fato de as escalas horizontais serem pelo menos duas ordens de grandeza maiores que as verticais e do escoamento de interesse ser predominantemente horizontal. Sendo assim, no estudo da caracterização da circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba foi usado um modelo hidrodinâmico bidimensional em planta.

O modelo utilizado faz parte do Sistema de Base Hidrodinâmica Ambiental, denominado SisBahia, desenvolvido pela Área de Engenharia Costeira e Oceanográfica da COPPE/UFRJ. Para maiores informações sobre o SisBahia o leitor deve repostar-se a Rosman (2000). O SisBahia utiliza elementos finitos na discretização espacial e diferenças finitas na discretização temporal.

Para a implementação da modelagem da circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, diferentes cenários foram considerados. A simulação foi realizada entre os dias 15/04/96 e 10/05/96, nos quais ocorreram situações de marés de sizígia e quadratura, além da entrada de uma frente fria. Neste período, através de um projeto de cooperação técnica entre a FEEMA/GTZ, foram feitas medições de corrente em 4 pontos da Baía de Sepetiba e os resultados obtidos pelo modelo foram comparados com os dados medidos. Foi considerada a maré medida na Ilha Guaíba, fornecida pela DHN, como o principal forçante, uma vez que a circulação é regida principalmente pelo afluxo e efluxo da maré. A imposição da curva de maré é feita ao longo dos contornos abertos do domínio modelado (Huang & Sapuding, 1995).

Os dados de vento utilizados foram medidos na região de Santa Cruz, próxima à Baía. Considerou-se o campo de vento uniforme no espaço, mas variando ao longo do tempo, com valores definidos a cada hora. Foram consideradas, ainda, as vazões dos rios afluentes na região modelada da Baía de Sepetiba. As vazões médias adotadas foram as mesmas definidas na Tabela 2. O coeficiente de atrito do fundo foi calculado via coeficiente de Chèzy.

Os resultados da modelagem da circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba devem ser considerados qualitativamente, visto que não foi possível fazer a calibração e validação do modelo dentro do intervalo de tempo simulado. Como as medições disponíveis para comparação referem-se ao ano de 1996, seria necessário alimentar o modelo com dados referentes a este período; a batimetria, por exemplo, deveria ser aquela observada no período, com cuidado especial na região do canal principal que sofre dragagem constante. Vale ressaltar que, como foram usados dados de maré e vento medidos nas mesmas datas em que campanhas de medição foram efetuadas, comparações podem ser efetuadas. As estações onde foram medidos os valores de velocidade são mostradas na Figura 1. Comparando os resultados medidos com os valores calculados pelo SisBahia e considerando que os dados disponíveis não eram suficientes para que houvesse uma validação dos resultados obtidos pelo SisBahia, pode-se afirmar que o modelo é capaz caracterizar, de maneira qualitativa, o padrão de circulação bidimensional da Baía de Sepetiba.

Observando o padrão espacial de correntes em diferentes situações de maré, observa-se que os canais formados pela ilhas tendem a guiar o campo de correntes na direção paralela aos contornos, intensificando seus valores. Na enchente as correntes são mais fortes que na vazante, principalmente nas regiões estranguladas. Na porção leste da Baía as correntes são fracas, apresentando um comportamento bastante semelhante tanto na enchente quanto na vazante. Pode-se ainda observar que os campos de velocidade mostram uma forte relação com a batimetria local. Em condição de maré de quadratura e maré meteorológica, observa-se que o aumento do nível médio, provocado pela entrada de frente fria, não altera o padrão de circulação hidrodinâmica, apenas intensifica os valores de velocidades.

Observando os campos de velocidades residuais, verifica-se que as velocidades são extremamente baixas em todo o domínio da Baía de Sepetiba e não ultrapassam 0,08 m/s, exceto nas regiões próximas aos estuários de alguns rios, como o do canal de São Francisco, onde as velocidades residuais são intensificadas pela vazão de 89,0 m³/s, podendo chegando a 0,16 m/s. Em geral, o campo de velocidades residuais segue as formas da batimetria do corpo d'água. Os resultados obtidos com a simulação numérica mostram que a caracterização da circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba é adequada e pode ser usada de modo qualitativo. Quando são comparados os valores do modelo com os dados medidos de campo, mesmo considerando que o modelo não tenha sido calibrado, o sistema apresentado é capaz de caracterizar a circulação hidrodinâmica da Baía de Sepetiba. Os resultados demonstram que as velocidades máximas encontradas na Baía são da ordem de 1,0 m/s na porção oeste e que, na porção leste, não ultrapassam 0,25 m/s. Finalmente, o campo de velocidades residuais é caracterizado por velocidades extremamente baixas e pela presença de vórtices nas regiões vizinhas às ilhas.

SIMULAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BAÍA DE SEPETIBA

As simulações das concentrações de OD e DBO, como parâmetros para avaliar a poluição ambiental na porção leste da Baía de Sepetiba, foram realizadas usando como condição de contorno as concentrações medidas nos rios, mostradas na Tabela 3, e valores estimados a partir do coeficiente de diluição de cada rio. As simulações foram realizadas para a situação atual, considerando os dados medidos de concentrações, mostrados na Tabela 3, e para uma situação projetada para o ano de 2020, considerando o aumento populacional e as suas implicações nas cargas poluidoras. Foi considerado que o aumento seria proporcional ao coeficiente de diluição de cada rio, calculado a partir dos dados medidos, ou seja, o coeficiente de diluição não seria alterado, já que as vazões médias permaneceriam as mesmas, desprezando o incremento de vazão provocado pelo aumento populacional. Um resumo das concentrações de OD e DBO usadas como condições de contorno nas duas simulações pode ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Concentrações de OD e DBO nos rios pertencentes à bacia da Baía de Sepetiba e usadas na simulação dos parâmetros de qualidade de água.

Localização	Concentração de OD (mg/l O ₂)		Concentração de DBO (mg/l)	
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 1	Cenário 2
Canal de São Francisco	8,0	6,2	2,1	2,7
Canal do Itá	0,05	0,05	20,0	25,3
Rio da Guarda	2,2	1,2	7,0	14,2
Rio Piraquê	1,2	0,7	10,0	17,0
Rio Mazomba	2,2	1,3	8,5	15,8
Canal do Guandú – Guandu Mirim	1,2	0,9	12,0	17,5
Rio Portinho	1,2	0,5	1,02	2,3
Praia de Sepetiba	0,5	3,2	30,0	47,0

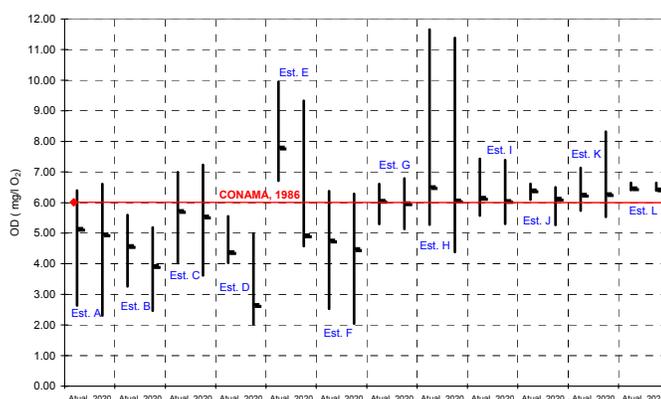


Figura 3 – Valores máximos, mínimos e médios de concentrações de OD obtidos pelo modelo.

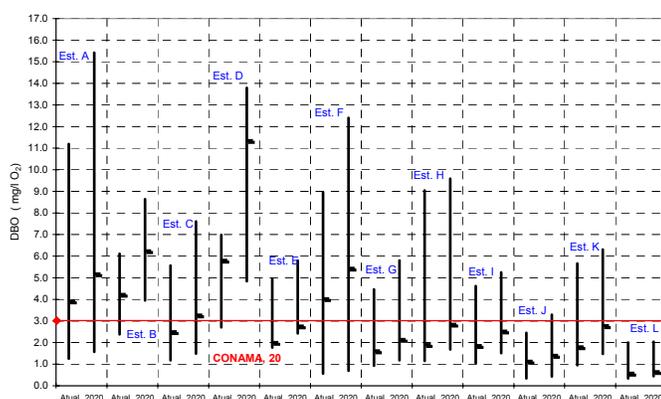


Figura 4 – Valores máximos, mínimos e médios de concentrações de DBO obtidos pelo modelo.

CONCLUSÕES

Neste trabalho é mostrada a avaliação da poluição por esgoto sanitário na Baía de Sepetiba. Foi utilizado um modelo de qualidade de água, que monitora as concentrações de OD e DBO como indicadores de matéria orgânica no corpo d'água. Foram realizadas simulações considerando dois cenários, um atual e uma projeção para o ano de 2020. Os resultados mostram que os esgotos lançados nos rios e canais chegam à baía, acumulando-se ao longo das regiões próximas aos estuários e comprometem em muito a qualidade da água; na região mais externa da baía, o comprometimento é menor. Para o ano de 2020, as condições são agravadas, piorando em muito a qualidade da água na Baía de Sepetiba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bach, H. K., Orhon, D., Jensen, O. K. and Hansen, I. S. (1995) Environmental Model Studies for the Istanbul Master Plan. Part II: Water Quality and Eutrophication. *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 32, No 2, 149-158.
- Culberson, S. D. and Piedrahita, R. H. (1996) Aquaculture pond ecosystem model: temperature and dissolved oxygen prediction – mechanism and application. *Ecological Modelling*, Vol. 89: 231-258.
- FEEMA (1998) *Avaliação da qualidade da água da Bacia da Baía da Sepetiba – Outubro de 1995 a Julho de 1998 – Projeto de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha, FEEMA/GTZ.*
- Huang, W. and Spaulding, M. (1995) 3D Model of Estuarine Circulation and Water Quality Induced by Surface Discharges. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 121, No 4, 300-311.
- Rosman, P. C. C. (2000) *Referência Técnica do SISBAHIA – SISTEMA BASE DE HIDRODINÂMICA AMBIENTAL*, Programa COPPE: Engenharia Oceânica, Área de Engenharia Costeira e Oceanográfica, Rio de Janeiro, Brasil.
- Thomann, R. V. and Muller, J. A. (1987) *Principle of Surface Water Quality Modeling and Control*, Harper and Row, New York.